



ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ

4

2020

ISSN 2079-6161



25 лет  
Гидрометеорология  
и  
экология

# ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ

Ежеквартальный  
научно-технический журнал

4

2020

АЛМАТЫ

*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  
2020

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР Д.К. Алимбаева

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 (99)

© 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)

<https://mag.kazhydromet.kz/index.php/ecologia/>

<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.А. Жакупов</b> Павлодар облысының бальнеологиялық ресурстарына баға беру. .	7
<b>Н.И. Ивкина, А.В. Галаева</b> Изменения основных составляющих водного баланса Каспийского моря под влиянием климата. . . . .	16
<b>Т.К. Салихов</b> Батыс Қазақстан облысы Ардақ және Ащысай ауылдық округтерінің өсімдік жамылғысын зерттеу. . . . .	29
<b>Ж.К. Наурызбаева, В.А. Лобанов</b> Изменение ветрового режима северного и среднего Каспия в холодное полугодие. . . . .	36
<b>Т.К. Салихов, Т.С. Салихова</b> Исследования растительного покрова Актауского сельского округа Западно-Казахстанской области. . . . .	46
<b>Ғ.Ж. Бекболатов, А. Төленов, А.Ә. Болысбек, Ә.Т. Мейірбеков</b> Шымкент қаласы бойынша атмосфералық ауаның ластану жағдайы. . . . .	59
<b>А.Е. Баймаганбетов, Е.В. Гайдукова, Г.И. Сұлтамұрат</b> Стохастикалық болжам әдісін Солтүстік Қазақстанның өзен бассейндеріне қолдану. . . . .	74
<b>М.Ж. Бурлибаев, И.В. Шенбергер, Р.К. Кайдарова, Д.М. Бурлибаева, К.Т. Нарбаева</b> О роли трансграничности в трансформации гидрохимического режима рек Талас и Аса. . . . .	83
<b>К.Т. Елеуова, М.А. Жунисова, Н.У. Кузагельдина, А.Т. Мамытова</b> Анализ аэросиноптических условий формирования периодов с высоким уровнем загрязнения по г. Усть-Каменогорск. . . . .	98
<b>И.В. Шенбергер, Е.М. Гоконова, Д.М. Бурлибаева</b> Разработка алгоритма расчета распространения волны прорыва при гидродинамической аварии Кызылагашского водохранилища с использованием программного комплекса MIKE by DHI. . . . .	106

<b>Р.М. Илякова</b>	
Краткая характеристика современного режима атмосферных осадков на территории Ертисского бассейна. . . . .	122
<b>С.А. Долгих, Е.Ю. Смирнова</b>	
Об изменении повторяемости неблагоприятных и экстремальных метеорологических явлений на территории Ертисского бассейна. .	135
<b>М.Ц. Лю, А.О. Домран, Н.У. Кужагельдина, А.А. Болатова, Н.Т. Серікбай</b>	
Оценка потерь талого стока в верховьях р. Есиль. . . . .	154
<b>ОБЗОРЫ И КОНСУЛЬТАЦИИ</b>	
<b>Е.Т. Бекжигитов, Г.К. Джусупова, Б.С. Юсупова</b>	
Вопрос об экологической ответственности предприятий на примере Павлодарского нефтехимического завода. . . . .	165
<b>Е.Ю. Смирнова, М.Э. Шмидт, Ж.К. Исабекова, М.Н. Сакимова, И.В. Веревкина, С.М. Смагулова, С. Ибраев, Е.И. Васенина, Н. Лоенко, Е. Муканов</b>	
Стихийные гидрометеорологические явления на территории Республики Казахстан в 2019 году. . . . .	175
<b>ХРОНИКА</b>	
<b>А.Р. Медеу</b> (к 70-летию со дня рождения). . . . .	213
<b>Н.И. Ивкина</b> (к 60-летию со дня рождения). . . . .	218
<b>С.К. Давлетгалиев</b> (к 85-летию со дня рождения). . . . .	221
<b>А.М. Шәменов</b> (70 жасқа толуына орай). . . . .	223
Указатель статей, опубликованных в 2020 г. . . . .	226

## CONTENTS

### SCIENTIFIC ARTICLES

- A.A. Zhakupov**  
Assessment of balneological resources of Pavlodar region. . . . . 7
- N.I. Ivkina, A.V. Galayeva**  
Changes in the main components of the Caspian Sea water balance under the climate change influence. . . . . 16
- T.K. Salikhov**  
Research of vegetation cover of Ardak and Ashysay rural districts of West Kazakhstan region. . . . . 29
- Zh.K. Naurozbayeva, V.A. Lobanov**  
Change of wind regime in the northern and middle Caspian Sea for the cold seasons. . . . . 36
- T.K. Salikhov, T.S. Salikhova**  
Research of the vegetable cover of Aktau rural district of West Kazakhstan region. . . . . 46
- G.Zh. Bekbolatov, A. Tulenov, A.A. Bolysbek, A.T. Meyrbekov**  
Air pollution in SHymkent. . . . . 59
- A.E. Baimaganbetov, E.V. Gaidukova, G.I. Sultamurat**  
Application of the method of stochastic background forecast to North Kazakhstan's river basins. . . . . 74
- M.Zh. Burlibaev, I.V. Schenberger, R.K. Kaidarova, D.M. Burlibaeva, K.T. Narbaeva**  
On the role of transboundary in transformation of the hydrochemical regime of the Talas and Asa rivers . . . . . 83
- K.T. Eleuova, M.A. Жунисова, Н.У. Kuzhageldina, A.T. Mamytova**  
Analysis of aerosynoptic conditions for the periods formation with a high pollution level in the Ust-Kamenogorsk city . . . . . 98
- I.V. Schenberger, E.M. Gokonova, D.M. Burlibaeva**  
Development of an algorithm for calculation of breakthrough wave propagation in a hydrodynamic accident of a Kyzylagash reservoir using the MIKE by DHI software complex. . . . . 106

<b>R.M. Ilyakova</b>	
Brief characteristics of modern atmospheric precipitations on the Ertis basin territory. . . . .	122
<b>S. Dolgikh, Ye. Smirnova</b>	
On changes in the repeatability of adverse and extreme meteorological events in the territory of the Ertis basin. . . . .	135
<b>M. Lyu, A. Domran, N. Kujageldina, A. Bolatova, N.T. Serikbay</b>	
Melt runoff losses estimation in the upper areas of the esil river basin. . . . .	154
<b>REVIEWS AND CONSULTATIONS</b>	
<b>E.T. Bekzhigitov, G.K. Dzhusupova, B.S. Yusupov</b>	
The question of environmental responsibility of enterprises on the example of the Pavlodar petrochemical plant. . . . .	165
<b>Ye. Smirnova, M.E. Shmidt, Zh. Isabekova, M. Sakimova, I. Verevkina. S. Smagulova, S. Ibrayev, Ye.I. Vasenina, N. Loyenko, Ye. Mukanov</b>	
Natural hydrometeorological phenomena on the territory of the Republic of Kazakhstan in 2019. . . . .	175
<b>CHRONICLE</b>	
<b>A.R. Medeu</b> (to the 70th anniversary) . . . . .	213
<b>N.I. Ivkina</b> (to the 60th anniversary).. . . . .	218
<b>S.K. Davletgaliev</b> (to the 85th anniversary). . . . .	221
<b>A.T. Shamenov</b> (to the 70th anniversary). . . . .	223
Articles published in 2020. . . . .	226

**ПАВЛОДАР ОБЛЫСЫНЫҢ БАЛЬНЕОЛОГИЯЛЫҚ  
РЕСУРСТАРЫНА БАҒА БЕРУ**

**Түйін сөздер:** бальнеология, гидрогеология, бромды сулар, бальнеологиялық ресурстар, минералды сулар, бальнеологиялық шипажайлар, артезиан алабы

*Мақалада бүгінгі таңда өзекті мәселелердің бірі болып табылатын Павлодар облысының бальнеологиялық ресурстардың таралу көздері қарастырылған. Сондай-ақ минералды сулардың құрамы мен олардың қасиеттеріне тоқталған. Павлодар облысының бальнеологиялық ресурстар жағдайындағы зерттеулер келесідей әдістердің көмегімен жасалынды: анализ жасау, облыстың тұзды көлдерінің құрамы жайындағы мәліметтерді синтездеу, Павлодар облысының тұзды көлдерінен әр біреуін жеке зерттеу дедукциялық әдісін қолдану, тәжірибелік әдістер арасында ақпаратты жинау және саралау, жиналған ақпаратты саралау және өндеу әдісін қолдану, сонында өнделген ақпараттан Павлодар облысының бальнеологиялық ресурстар туралы статистика құру. Мойылды, Маралды, Қалатұз көлдерінің және минералды сулар мен саз-балшықты түзілімдердің экономикалық-географиялық маңызын анықтау және олардың емдік қасиеттерін тән зерттеу. Мақалада Павлодар облысының ірі елді мекендері маныңда іздестіру, барлау және пайдалану келешегі бар минералды сулардың түрлері көрсетілген.*

**Кіріспе.** Павлодар облысының минералды сулары туралы ақпарат 1960 жылдан бері бұрынғы Павлодар гидрогеологиялық экспедициясының гидрогеологтарының жұмысы арқасында біртіндеп өзгерді. Минералды сулардың бальнеологиялық қасиеттерін анықтауға Мәскеуден,

---

<sup>1</sup> Қазақ технология және бизнес университеті, Нұр-Сұлтан қ., Қазақстан

Пятигорсктен және Алматыдан келген ғалымдар үлкен көмек көрсетті [3]. Қазіргі кезде облыс аумағында минералды сулар орындары анықталған және химиялық құрамы әртүрлі сулар қолданылады.

Облыс аумағында минералды сулар, негізінен, неогенде, палеогенде, бор қабатында және протерозой-палеозойлық (тастақ іргетас) шөгінділердегі Ертіс артезиан бассейнінде зерттелген.

Орталық Қазақстанның ұсақшоқылары Павлодар бөлігінің аумағында зерттеу жұмыстарын жүргізгенде, 100-ден 567 эман/л-ге дейін жоғары радонның мөлшері бар көздер тіркелді (минералды радонның суларына қатысты нормасы – 50 эман/л). Бұл бұлақтар Баянауыл ауылының оңтүстігінде, Маяжон, Бірінші Мамыр күні, Мұрынтал және Жаңа Жайма елді мекендер маңында орналасқан [2].

Геологиялық құрылымы мен гидрогеологиялық жағдайына сәйкес, Баянауыл ауданында таралған минералды сулар құрамында марганец, мыс, мырыш, алюминий және т.б. микро-компоненттерге бай болып табылады.

**Зерттеу материалдары мен әдістемесі.** Павлодар облысында бальнеологиялық ресурстардың потенциялы толығымен қолданылмайды. Жергілікті халық және зерттеушілер арасында ол әлі де сонша әйгілі емес. Өйткені, көлдердің физикалық-географиялық, гидрохимиялық және гидробиологиялық сипаттамалары толық зерттелмеген. Негізгі зерттеулер бұрынғы Кеңес Одағының ғалымдарымен ғана жасалған. С. И. Замятин, Р. И. Редько, Н.Р. Шаймерденов, В.С. Баженов, И.П. Васильев, Г.Л. Самсонов, С.В. Егоров, А.Г. Царегородцева ғалымдары бальнеология ғылымына зор үлес қосты.

2000 жылы «Роса» АҚ (Павлодар минералды суы), «Арго» АҚ (Эрзи), «Бастау» АҚ-да минералды суларды құюға арналған құю зауыттары және «Жеті-Ағайын» АҚ минералды суларды өнеркәсіптік құю жұмыстары жүргізілді. Көп жылдар бойы минералды су Мойылды курортында, «Энергетик» санаторий-диспансерінде, Ақсу ферроқорытпа зауытында және Павлодар темір жолында емдік мақсатта қолданылған [1].

Павлодар қаласының шегінде неоген, палеоген, бордың және палеозой жыныстарындағы шөгінділерде табылған минералды сулар бір атауда біріктіріліп «Павлодар минералды су қоймасы» деп аталады.

Қазіргі уақытта «Энергетик», «Бастау» ЖШС және «Роса» санаторлық-диспансерлік емдеу-сауықтыру мекемесінің Мойылды суларында минералды су қорларын бекіту бойынша жұмыстар жүргізілуде.

Қабылданған классификацияға және аймақтағы химиялық құрамға сәйкес, минералдануға және терапевтік құндылықтарға байланысты минералды сулардың екі негізгі бальнеологиялық тобы бөлінеді: ерекше компоненттер қасиеттерісіз «А» тобы және бромды және йодты-бромды «Д» тобы. «А» тобына минералды жоғары емес ұсталыммен сулардың фармакологиялық активті микрокомпоненттердің әр түрлі құрамымен минерализациясы 1,5–2,0 г/дм<sup>3</sup>-дан жоғары жер асты сулары жатады. «Д» группасының минералды сулары бром концентрациясының 25 мг/дм<sup>3</sup>-нан кем емес, йод концентрациясы 5 г/дм<sup>3</sup>-нан кем емес сипатталады. «А» және «Д» тобының жер асты суларының дрохимикалық типің анықтағанда аниондар және катиондардың құрамы 20 % құламалы жүйелікте есепке алынады [1].

Соңғы жылдары «Эрзи» атынан ТОО «Арго» сульфат-хлоридты және магний-натрий суларының құюың (Хиловский – су типі) айтарлықтай мөлшерде өндіреді. ТОО «Жеті Ағайын» өндірістік құю мақсатына бұл су типі дайындалған [1].

**Зерттеу нәтижелері.** Ертіс артезиан бассейнінің Павлодар бөлігінің маныңда – «спецификалық» компоненттерсіз және бор, палеоген және неогеннің аз дәрежесінде түрлі анионды және катионды құрамдарысыз «А» тобының сулары кеңінең таралған.

Бромды сулар 50 мг/дм<sup>3</sup> концентрациясына дейін (минералды суларға жатқызу үшін бромның нормасы 25 мг/дм<sup>3</sup> құрайды) – «Д» тобының минералды сулары үлкен қызығушылықты тудырады.

Павлодар бөлігінің маныңда бромды сулар төменгі бор, юра және палеозой жыныстарында қалыптасты (1 кесте). Минералды ресурстардың ішінен адам ағзасына пайдалы, құрамында биологиялық компоненттері (темір, мышьяк, бром, йод, органикалық заттар т.б. кездесетін), әртүрлі емдік қасиеті бар минералды әне емдік суларды айта кеткен жөн. Облыс аумағында радонды сулар қатарынан Бестау Май ауданындағы Жамантұз су көздері жатады. Ал Ертіс ауданының оңтүстік баурайында Қызылқак таяз тұздықөл орналасқан. Оны минералды көздеріне жатқызады.

1963 жылы «Қызыл-Құрама» бұрынғы совхозы маныңда 243 ұнғымадағы бұрғыланған бромды су үлкен қызығушылықты тудырады.

Ұзақ уақыт бойы ол көптеген ауруларда сыртқы және ішкі пайдалану үшін аудандық аурухананың жағдайында сәтті қолданылған. Өкінішке орай, бұл бірегей су көптеген жылдар бойы қоршаған ортаның төңірегін толтырып, пайдасыз болып келеді [6].

1 кесте

Павлодар облысының ірі елді мекендері маңында іздестіру, барлау және пайдалану келешегі бар минералды сулардың түрлері көрсетілген

Елді мекендердің аттары	Сулы горизонт (комплекс), су тасушы жыныстардың геологиялық дәуірі	Минерализация, г/дм <sup>3</sup>	Арнайы компоненттер, мг/л	Ұнғымалардың шамалы тереңдігі, м
Павлодар қаласы	Некрасовский (P <sub>3</sub> пк)	2,5...3,0	–	80
	Некрасовский (P <sub>3</sub> пк)	2...2,5	–	100
	Чеганский (P <sub>2-3</sub> сг)	3...3,3	–	150
	Люлинворсквй (P <sub>2</sub> II)	3,3...3,5	–	250
	Ипатовский (K <sub>2</sub> ip)	1,5...1,7	–	400
	Покурский (K <sub>1-2</sub> рк)	2,5...2,9	–	560
	Палеозойский (Pz)	6,5...7,0	Br–30...40	800
Ақсу қаласы	Некрасовский (P <sub>3</sub> пк)	3...4,0	–	90
	Ипатовский (K <sub>2</sub> ip)	2...2,5	–	300
	Покурский (K <sub>1-2</sub> рк)	2...2,5	–	400
	Палеозойский (Pz)	6,5...7,0	Br–25...30	500
Лебяжье ауылы	Некрасовский (P <sub>3</sub> пк)	2,5...3,5	–	90
	Ипатовский (K <sub>2</sub> ip)	2...2,5	–	150
	Покурский (K <sub>1-2</sub> рк)	2...2,5	–	200
	Палеозойский (Pz)	6...7,0	Br–25...30	250
Көктөбе ауылы	Некрасовский (P <sub>3</sub> пк)	3...4,0	–	70
	Ипатовский (K <sub>2</sub> ip)	2...2,5	–	200

Елді мекендердің аттары	Сулы горизонт (комплекс), су тасушы жыныстардың геологиялық дәуірі	Минерализация, г/дм <sup>3</sup>	Арнайы компоненттер, мг/л	Ұнғымалардың шамалы тереңдігі, м
	Покурский (K <sub>1-2</sub> рк)	2...3,5	–	250
	Юра-Палеозой (Pz)	7...8,0	Вг–30...40	500
Ақтоғай және Қашыр ауылдары	Некрасовский (P <sub>3</sub> пк)	2,5...8,0	–	130...150
	Ипатовский (K <sub>2</sub> ір)	1,8...2,5	–	600...650
	Покурский (K <sub>1-2</sub> рк)	2...2,5	–	700...750
	Палеозойский (Pz)	6...8,0	Вг–30...40	1100...1200
Ертіс ауылы	Некрасовский (P <sub>3</sub> пк)	3...10,0	–	150
	Ипатовский (K <sub>2</sub> ір)	2...3,0	–	750
	Покурский (K <sub>1-2</sub> рк)	2...2,2	–	900
	Палеозойский (Pz)	6...8,0	Вг–30...40	1000...1100
Железин ауылы	Некрасовский (P <sub>3</sub> пк)	3...10,0	–	150...170
	Ипатовский (K <sub>2</sub> ір)	2...2,5	–	800
	Покурский (K <sub>1-2</sub> рк)	6...8,0	–	900...1000

Жекелеген көлдердің емдік қасиеттерінің сипаттамасы бірқатар жұмыстарда кездеседі. Мысалы, С.И. Замятин, Р.И. Редько "Павлодар облысының курорттық және емдік жерлері" (1962 ж.) жұмысында 20 көл: Мойылды, Қызылтұз, Тұздықөл, Қызылқақ, Ұзынсор, Таволжан, Клевкино, Кіші Әжбулат, Атакуль, Шөптікөл, Тайгонур, Қалқаман, Жамантұз, Тұзкөл, Джасыбай, Сабындыкөл, тұз-Шілік, Кальча, Шарбақты, Шарбақты және т. б. емдеу мақсатында пайдалануға болаты айтылған. Минералды көлдер сипаттамасы Е.В. Посохов, В.И. Рейнекенің монографияларында Маралды көлі жайлы мәліметтер берілген. Павлодар облысы халықаралық шипажайға айнала алатын орындармен әйгілі. Маралды тұзды көлінің шипалық батпағы жыл сайын мыңдаған туристерді өзіне тартады. Маралды көлінің түбіндегі балшық ревматизм мен бұлшық ет ауруларын жазады, су температурасы жоғары бетіне қарағанда 10...15<sup>0</sup>

жоғары. Емдік балшықтың қоры 100 мың<sup>2</sup> метрге барады [7].

Қазіргі уақытта облыстың аумағы Мойылды көлінің балшығын емдік мақсаттарында қолданылады. Мойылды – балшықпен емдейтін бальнеологиялық санаторий. Шипажай ретінде өз қызметін 1922 жылдан бастап атқарып келеді. Негізгі табиғи-емдік факторлар – тұнбалы балшық және көлдің сульфатты-хлориттік натрий-магнийлік шипалы суы (оның ауданы 0,5 шаршы шақырымды құрайды). Шипалы судың минералдануы 250 г/л. Балшық қоры 150, 0 т құрайды.

Шалдай қарағай орманының жанында орналасқан 15 г/дм<sup>3</sup> дейін минералдануы бар Жалғызкөл, Ботнай, Құмдықөл, Ұзынкөл, Қадыр көлдерінде гидрокарбонат-натрий құрамының суы бар шағын көлдерді емдік мақсатта пайдалануды қолға алу керек. Бұл көлдердің бассейндері 5–15 г/дм<sup>3</sup> дейін минералдануы бар минералды суларды іздеуде келешегі бар. Терапиялық мақсаттар үшін 40...710 мг/дм<sup>3</sup> – (бромды) суда бромидті қамтитын Сілеті-Теңіз, Қызылқақ, Жалаулы, Ашубай, Жамантау, Красное, Қарабидай, Сейтен, Бөрлі, Жәнібек, Қадыр, Ақкөл сияқты тұзды көлдер ерекше қызығушылық тудырады. Тұщы көлдердің ішінен сапропелдер Жасыбай көлінде кездеседі [4].

Осылайша, көптеген көлдерді рекреациялық емдік мақсаттарда қолдану туралы толық зерттеуге лайық болып табылады.

Павлодар облысының жер қойнауы гидроменальды ресурстарға бай. Оларды халықтың медициналық мақсаттарында табысты қолдануға болады.

Көмірқышқыл газымен алдын ала көмірқышқылдандырудан кейін минералды суды герметикалық жабық ыдыстарда құйып, олардың тұзды құрамын және дәрілік қасиеттерін сақтауға мүмкіндік береді. Бұл курорттан тыс ортада дәрілік және ауыз суды қолдануға мүмкіндік береді.

Көптеген курорттарда шөлмекке құйылу үшін, әдетте, аздаған көздер пайдаланылады. Бірақ сауда желісі көптеген өндірушілерден минералды суды алады. Таңдау кезінде жапсырмадағы ұсыныстарды ескеру керек: «Асқазан, ішек, бауыр, өт жолдары аурулары үшін қолданылады» немесе тіпті қысқа: «ас қорыту жүйесінің аурулары үшін қолданылады».

Әдетте, бөтелкедегі жапсырма судың химиялық құрамын граммен немесе миллиграммен көрсетеді. Төменде негізгі терапиялық және ауыз судан құйылған минералды сулардың сипаттамасы берілу керек.

Сауықтыру сулары, әдетте, 10...50 грамнан бір литрге дейін жоғары минералдануға ие. Жүйелі пайдалану кезінде ерекше терапиялық әсер көрсетеді. Дәрігермен кеңес алу міндетті болып табылады. Көбінесе дәріханаларда сатылады. Минералды судың кішігірім минерализациясы болуы мүмкін, бірақ олардың біреуі немесе екеуі белсенді заттар болып табылады, бұл оларды терапиялық етеді. Кальций, магний, натрий, йод әртүрлі комбинацияларда болуы мүмкін, бұл әрбір көзді өзінің табиғи қасиеттерімен бірегей етеді. Ең алдымен, су табиғи көздерден шығарылады. Оларда әртүрлі белсенді заттардың, тұздардың және минералдардың кең ауқымы бар. Олардың жасанды байытылған сулардан айырмашылығы, адам ағзасына сіңіп кетпейтін немесе мүлдем сіңірілмейтін көптеген минералдармен жақсы сінеді [5].

**Қорытынды.** Облыс аумағында пайдалану қоры тәулігіне 38165 мың м<sup>3</sup>/тәулік 11 жер асты су көзі табылды, соның ішінде 9-шаруашылық – ауыз сумен жабдықтауға, 1-жер суаруға, 1-кешенді шаруашылық-ауыз сумен жабдықтауға (353,5 м<sup>3</sup>/тәулік), 1-жер суаруға (498,2 м<sup>3</sup>/тәулік), 1-кешенді шаруашылық-ауыз сумен жабдықтауға және жер суаруға (2964,8 м<sup>3</sup>/тәулік) жарамды болып келеді.

Қазір 6 су көзінен 118,5 м<sup>3</sup>/тәулік жер асты суы алынады, бұл бекітілген қордың 3,1 %-ы. Павлодар облысының тұщы жер асты суларының негізгі пайдалану қорлары Ертіс артезиан бассейнінің кезең-кезеңмен орналасқан су жеткізуші горизонтына бейімделген. Сенімді қорғалған, экологиялық таза және химиялық құрамы жағынан барынша қолайлы тұщы жер асты суларының жалпы минералдануы 0,4...0,5 г/дм<sup>3</sup>. Бұл жағынан Лебяжі мен Шарбақты аудандары барынша перспективалы. Ерекше компоненттері мен қасиеттері жоқ, 3 г/дм<sup>3</sup>-ге дейін минералданған, құрамы күрделі емдік-ауыз су шипа ретінде ішуге, өндіріс қажеттеріне жарамды. Ақсу, Павлодар қалаларының, Ертіс, Железинка, Павлодар, Қашыр аудандарының жерлеріне зерттеу жүргізіліп, емдік және асханалық минералды сулардың 6 көзі табылды. 8 г/дм<sup>3</sup>-ге дейін жалпы минералданған, құрамындағы 100 мг/дм<sup>3</sup>-ге дейін бром мен 5 мг/дм<sup>3</sup> иод бар бромды, иод-бромды минералды сулар жайылған. Минералды су сыртқы қабылдауға арналған дәрі ретінде пайдалануға жарамды. Мойылды (396 мың м<sup>3</sup>), Алтыбайсор (1000 км<sup>3</sup>) өзендерінің шипалы

балшықтарының қоры алдын ала бағаланған. Қызылтұз бен Жасыбай өзендерінің балшықтарын жергілікті тұрғындар ем ретінде қолданады.

#### ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Жакупов А.А Павлодар облысының аумақтық рекреациялық жүйесінің табиғи-ресурстық әлеуеті: монография – Астана: «БиКА», 2019. – 232 б.
2. Царегородцева А.Г. Ландшафтообразующие факторы озерных водосборов Павлодарской области // «Наука: теория и практика»: Белгород –2005. – С. 18-23.
3. Шаймерденов Н.Р. Водные ресурсы Павлодарской области. – Алматы: НПФ «ЭКО», 2002. – 132 с.
4. Жакупов А.А., Джаналеева Г.М., Мазбаев О.Б., Мусабаяева М.Н. Баянауыл мемлекеттік ұлттық табиғи саябағының гидрографиялық жүйесіне гидрохимиялық зерттеулер // Гидрометеорология және экология. – 2015. – № 3. – С. 168-176.
5. Жакупов А.А., Табылды Ә. Павлодар облысында минералды сулардың таралу ерекшеліктері. «XVII Сәтбаев оқулары» атты халық. ғыл. конф.: ғылыми мақалалар жинағы. – Павлодар, С. Торайғыров ат. ПМУ, Том 17. – 2017. – С. 166-169.
6. Zhakupov A.A., Atasoy E, Galay E. An evaluation of recreational potential in order to increase the touristic image of the Pavlodar region // Oxidation communications. – 2014. – Vol.37, No 3. – P. 871-881.
7. Zhakupov A.A., Musabayeva M.N., Mazbayev O.B., Atasoy E., Smailov S. Recreational Landscape System of the north-eastern Part of Kazakhstan // Oxidation communications. – 2016. – Vol.39, No 2. – P. 1772-1777.

Қабылданды 24.09.2019

PhD

А.А. Жакупов

#### ОЦЕНКА БАЛЬНЕОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ПАВЛОДАРСКОЙ ОБЛАСТИ

**Ключевые слова:** бальнеология, гидрогеология, бромные воды, бальнеологические ресурсы, минеральные воды, бальнеологические санатории, артезианские бассейны

*В статье рассматривается вопрос об источниках распространения бальнеологических ресурсов в Павлодарской области,*

*который сегодня является одним из самых актуальных. Указаны виды минеральной воды и ее свойства. Исследования в условиях бальнеологических ресурсов Павлодарской области проводились с помощью следующих методов: анализ, синтез данных о составе воды соленых озер области, применение дедукционного метода исследования, сбор и анализ информации между практическими методами, применение методов обработки и анализа собранной информации, а также создание статистики о бальнеологических ресурсах Павлодарской области. Определение экономико-географического значения озер Мойылды, Маралды, Калатузских, минеральных вод и глиноземных образований, а также характерное исследование их лечебных свойств. Также даны описания основных видов минеральных вод в Павлодарской области.*

A.A. Zhakupov

## **ASSESSMENT OF BALNEOLOGICAL RESOURCES OF PAVLODAR REGION**

**Key words:** balneology, hydrology, bromine water, mineral water resources, mineral waters, spa resorts, artesian basins

*Article deals with the sources of distribution of balneological resources in Pavlodar region, which is one of the topical issues today. The types of mineral water and their properties are indicated. Studies in the conditions of balneological resources of Pavlodar region were carried out using the following methods: analysis, synthesis of data on the composition of saline lakes of the region, the use of deductive method of study of each of the saline lakes of Pavlodar region, the collection and analysis of information between practical methods, the use of methods of processing and analysis of the collected information, as well as the creation of statistics on balneological resources of Pavlodar region from the processed information. The definition of economico-geographical values Moiylly, Maraldy, Karatuzsky lakes and mineral waters and aluminous formations and characteristic study of their therapeutic properties. The descriptions of the main types of mineral waters in Pavlodar region are also given.*

УДК 551.461 (262.1)

Канд. геогр. наук  
PhDН.И. Ивкина<sup>1</sup>  
А.В. Галаева<sup>1</sup>**ИЗМЕНЕНИЯ ОСНОВНЫХ СОСТАВЛЯЮЩИХ ВОДНОГО  
БАЛАНСА КАСПИЙСКОГО МОРЯ ПОД ВЛИЯНИЕМ КЛИМАТА**

**Ключевые слова:** водный баланс, Каспийское море, речной сток, испарение, осадки, уровень моря

*В статье рассматриваются основные элементы водного баланса Каспийского моря за различные периоды, характеризующие спад и подъем уровня моря. Показано, что их соотношение влияет на фазы трансгрессии и регрессии уровня Каспийского моря.*

**Введение.** Бассейн Каспийского моря представляет собой область без внешнего стока, а само море является бессточным озером. В силу этого баланс прихода и расхода воды в Каспийском море имеет упрощенный вид, по сравнению с внешними морями и проточными озерами.

Исследования связей между составляющими водного баланса и положением уровня моря, проведенные рядом авторов [1, 7, 19], показывают, что изменение климата в бассейне Каспийского моря существенно влияет на режим моря в историческом прошлом и в настоящее время. Необходимо отметить, что под водным балансом понимается соотношение между приходом в море и расходом воды.

**Используемые данные и методы.** Для анализа использовались расчеты элементов водного баланса, выполненные в Государственном океанографическом институте им. Н.Н. Зубцов, на основе данных наблюдений, в том числе с сети РГП «Казгидромет». В качестве модели многолетней и сезонной изменчивости уровня Каспийского моря рассматривалось уравнение водного баланса [7], которое обычно записывается в виде:

$$\frac{dH}{dt} = \frac{Q_{нов}}{S} + \frac{Q_{подз}}{S} - \frac{Q_{кбз}}{S} + P - E \pm \frac{dH_{\sigma}}{dt}, \quad (1)$$

---

<sup>1</sup>РГП "Казгидромет, г. Алматы, Казахстан

где  $dH$  – изменение среднего уровня моря за время  $t$ ;  $Q_{пов}$  – объем суммарного поверхностного притока речных вод (Волги, Куры, Урала, Терека, Сулака, Самура, иранских рек и междуречья);  $Q_{подз}$  – объем подземного притока вод;  $Q_{кбз}$  – объем стока каспийской воды в залив Кара-Богаз-Гол;  $P$  – количество осадков, выпавших на поверхность моря;  $E$  – величина испарения с поверхности моря;  $dH_{\sigma}$  – плотностные изменения уровня;  $S$  – площадь моря, км<sup>2</sup>.

Наибольшее значение для водного баланса Каспийского моря имеют речной сток и испарение, соотношение между которыми в основном и определяет межгодовые изменения объема воды и уровня водоема. Ярво выраженная географическая зональность климатических составляющих обуславливает зональность в распределении годовых осадков и испарения. Как показывают исследования ряда ученых [2...5, 10, 12], влагооборот является главным процессом, который наряду с другими климатообразующими процессами играет большую роль в формировании климата Земли и, в частности, климата водосборного бассейна Каспийского моря.

**Многолетние изменения характеристик водного баланса Каспийского моря.** Приходная часть среднесноголетнего водного баланса Каспийского моря складывается на 20 % из атмосферных осадков, выпадающих на его зеркало, на 1 % – из притока подземных вод по водоносным слоям и на 79 % – из речного стока. Сток рек, определяющий поверхностный приток к морю – основная положительная составляющая водного баланса. В Каспийское море впадает около 130 рек, но основной объем притока приходится на реки Волга, Жайык (Урал), Терек, Кура, Сулак, Самур и реки иранского побережья. Причем основная часть (80 %) приходится на сток Волги. Гидрографические характеристики основных рек, впадающих в Каспийское море приведены в табл. 1. Площадь бассейна Каспийского моря составляет 3,5 млн. км<sup>2</sup>, на сточные области приходится 62,6 % его площади, около 26,1 % – на бессточные, и 11,3 % составляет площадь моря. Все реки, впадающие в Каспийское море, за исключением Терека, имеют зарегулированный сток. Регулирование стока повлияло на изменение режима сезонного притока в море и, как следствие, изменило сезонный ход уровня Каспийского моря [7].

Речной сток очень изменчив (рис. 1). В период с 1936 по 2019 гг. при средней величине 292 км<sup>3</sup>/год он менялся от 393 км<sup>3</sup> до 207 км<sup>3</sup> в год. Самым маловодным годом был 1975 г., самым многоводным – 1990 г., сток Волги

составлял 166 и 308 км<sup>3</sup> соответственно. Коэффициент вариации речного стока за период 1936...2019 гг. равен 0,15.

Таблица 1

Современные гидрографические характеристики основных рек, впадающих в Каспийское море [17]

Река	Длина реки, км	Площадь бассейна, тыс. км <sup>2</sup>
Волга	3530	1360
Урал	2430	237
Терек	623	43,2
Сулак	169	15,2
Кура	1360	188

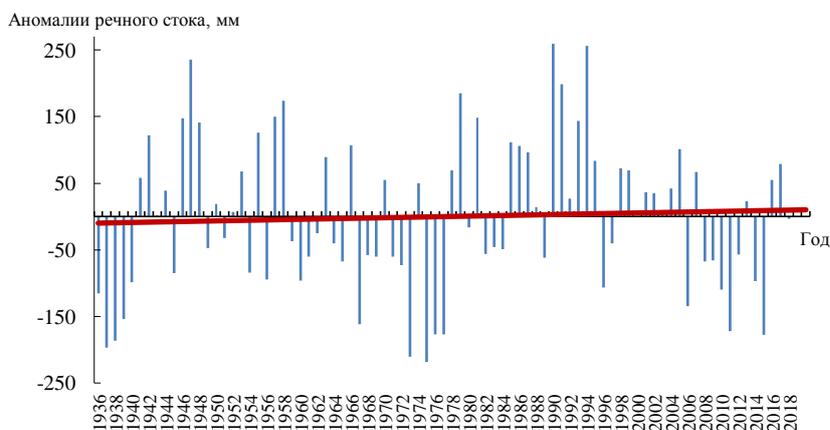


Рис. 1. Аномалии притока речных вод в Каспийское море за период с 1936 по 2019 гг.

В многолетних колебаниях стока основных рек можно выделить три характерных периода: условно-естественный (до середины 50-х годов, когда имеющиеся водохранилища не оказывали существенного влияния на сток), период, связанный со строительством крупных водохранилищ на реках Волга и Кама, и период зарегулированного режима и интенсивного водопотребления. Основная роль в формировании многолетней изменчивости стока рек принадлежит атмосферным процессам. Основными стокообразующими факторами речного стока являются зимние осадки в бассейнах рек Волги и Урала, что связано с незначительным испарением в зимний период [16].

Величины Волжского притока в море оценивались по наблюдениям на гидрологическом посту Лебяжье и в створе Волгоградской ГЭС, но фактическое поступление меньше из-за потерь в

дельте. Строительство водохранилищ привело к сезонному перераспределению речного стока. На рис. 2 приведено внутригодовое распределение стока реки Волга в створе с. Лебяжье за различные периоды и разные по водности годы.

Расчет производился методом средних распределений стока за водохозяйственный год заданной градации водности для трех периодов: относительно-естественного стока (до постройки водохранилищ) 1938...1950 гг.; период строительства водохранилищ и активного водопотребления (1951...1990 гг.); период изменения климатических характеристик (1991...2018 гг.). При расчете выделялись три группы водности: маловодные годы, с обеспеченностью более 66,7 %, средние по водности годы, с обеспеченностью от 33,3 до 66,7 % и многоводные годы, обеспеченностью менее 33,3 % [6, 15].

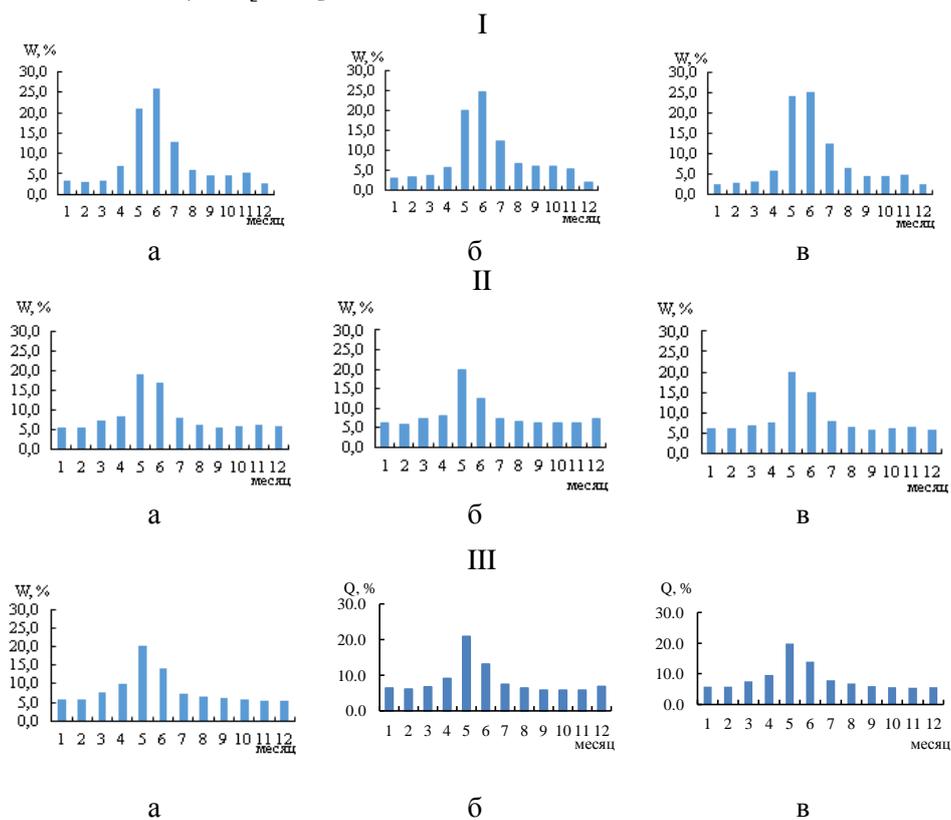


Рис. 2. Внутригодовое распределение стока р. Волга – с. Лебяжье в процентах от годового для трех различных градаций водности: а – маловодные годы, б – средние по водности годы; в – многоводные годы; за три периода: I – 1938...1950 гг., II – 1951...1990 гг., III – 1991...2018 гг.

В естественный период 1938...1950 гг. на реке Волга в створе с. Лебяжье наблюдалось весенне-летнее половодье, начинавшееся в апреле и заканчивающееся в июле. Пик максимального прохождения объема стока приходился на июнь месяц; в многоводные годы он составлял 26,1 % от годового объема, в средние по водности – 24,6 %, и в маловодные годы – 25,1 %. Минимальный объем стока наблюдался с декабря по март и составлял от 2,2 до 3,9 % в месяц от годового объема стока.

Внутригодовое распределение стока начало меняться с 50-х годов прошлого века, после активного строительства водохранилищ. Меженный период стал менее выраженным, половодье сократилось до двух месяцев (май-июнь). Максимальный объем стока наблюдается в мае и составляет 18,9 % от годового объема в многоводные годы, 20 % – в средние по водности и маловодные годы. В табл. 2 также приведено распределение стока р. Волга по кварталам.

Таблица 2

Внутригодовое распределение стока р. Волга – с. Лебяжье в % за различные кварталы

Периоды	Квартал, %			
	1	2	3	4
Многоводные годы				
1938...1950	9,7	54,1	23,4	12,8
1951...1990	18,4	44,2	19,4	18,0
<b>Разница</b>	<b>8,7</b>	<b>-9,9</b>	<b>-4,0</b>	<b>5,2</b>
Средние годы				
1938...1950	10,6	50,5	25,4	13,6
1951...1990	19,3	40,3	20,2	20,1
<b>Разница</b>	<b>8,8</b>	<b>-10,2</b>	<b>-5,2</b>	<b>6,6</b>
Маловодные годы				
1938...1950	8,5	55,3	24,0	12,2
1951...1990	19,0	42,6	19,9	18,5
<b>Разница</b>	<b>10,5</b>	<b>-12,7</b>	<b>-4,1</b>	<b>6,3</b>

Данные, приведенные в табл. 2 и на рис. 3, показывают, что объем стока во втором и третьем кварталах уменьшился за период 1951...1990 гг., по сравнению с периодом естественного стока в разные по водности годы от 9 до 12,7 % во втором квартале и от 4 до 5,2 % в третьем квартале. Сток первого и второго кварталов, наоборот, увеличились. Это увеличение составило в разные по водности годы от 5 до 10,5 %. Причем максимальное увеличение наблюдалось в маловодные годы.

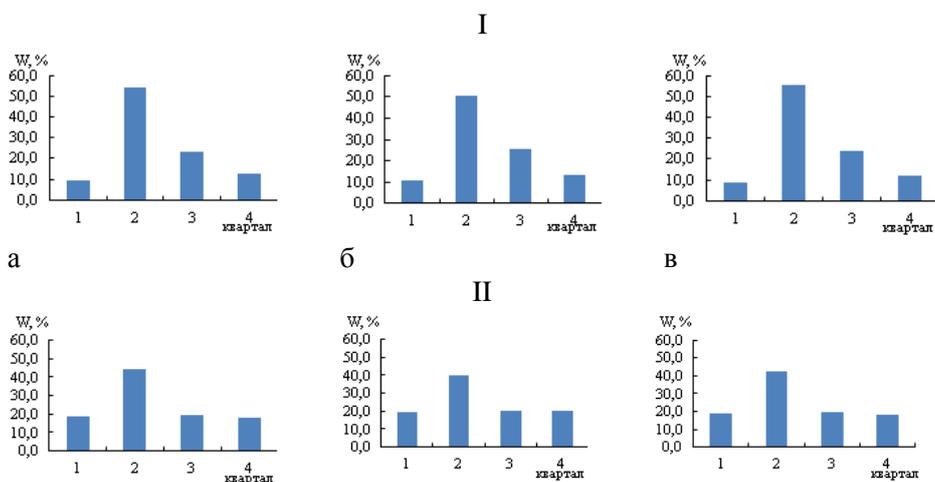


Рис. 3. Внутригодовое распределение стока р. Волга – с. Лебяжье по кварталам в % для трех различных градаций водности: а – маловодные годы, б – средние по водности годы; в – многоводные годы; за: I – 1938...1950 гг., II – 1951...1990 гг.

Начиная с 1990 г. наступил новый период – период изменения климата и климатических характеристик, влияющих на сток рек, хотя на внутригодовое распределение стока это почти никак не повлияло (рис. 2, III), но значительно увеличился объем стока. За 1990...2018 гг. средний объем стока р. Волга увеличился на 10 км<sup>3</sup>, по сравнению с периодом 1951...1990 гг.

Анализ количества лет различной водности за периоды 1951...1990 гг. и 1991...2018 гг. показывает, что за последний период (табл. 3) процентное содержание многоводных лет практически не изменилось, заметно увеличилось количество средних по водности лет в процентном отношении (на 24 %), а количество маловодных лет, наоборот, уменьшилось на 17 %.

Таблица 3

Сток реки Волга – с. Лебяжье за различные периоды по группам водности

Градации водности	1951...1990 гг.		1991...2018 гг.	
	число лет	%	число лет	%
	40		28	
многоводные годы	15	38	10	38
средние по водности	9	23	12	46
маловодные	16	40	6	23

Приведенные расчеты еще раз доказывают, что человеческий фактор, а именно зарегулированность стока играет большую роль в его перераспределении внутри года. В последнее время также добавился климатический фактор, который значительно влияет на объем стока.

Осадки, являющиеся второй по значимости приходной части водного баланса, по площади моря распределены неравномерно. Наибольшее количество осадков (до 1700 мм/год) выпадает на юго-западном побережье моря во влажных субтропиках Ленкоранской низменности, через которую проходит с запада на восток основная масса средиземноморских циклонов; наименьшее количество осадков выпадает на восточном побережье моря. В центральной части западного побережья в зоне субтропиков годовая сумма осадков составляет 115...220 мм, уменьшаясь в направлении моря (Нефтяные Камни – 110 мм/год). На большей части восточного побережья годовая сумма осадков не превышает 95...125 мм [9, 11, 18]. Роль атмосферных осадков в сезонных колебаниях уровня моря, по сравнению со стоком рек и испарением, относительно невелика. Ежегодный прирост уровня моря в результате выпадения осадков составляет примерно 20 см. Отклонения количества осадков от нормы могут обуславливать отклонения в годовых приращениях уровня на  $\pm 3...7$  см, что составляет 10...15 % размаха его внутригодовых колебаний [7]. Коэффициент вариации осадков для 1936...2019 гг. равен 0,23. Относительный вклад атмосферных осадков в приходную часть водного баланса составляет в среднем 23 %. С начала прошлого столетия прослеживалась общая тенденция увеличения количества атмосферных осадков, выпадающих на поверхность Каспия (рис. 4).

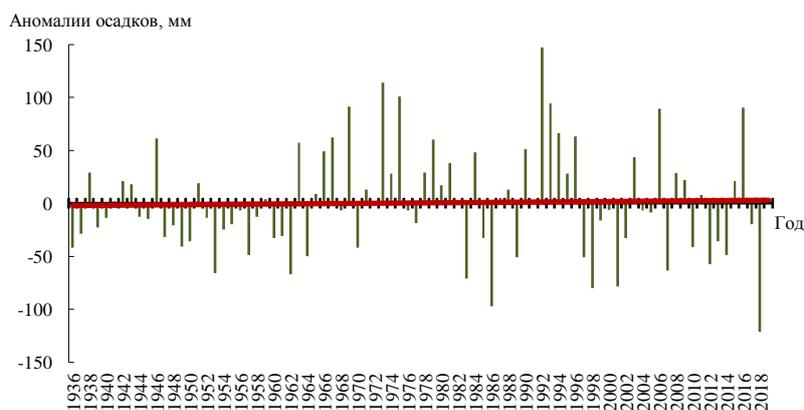


Рис. 4. Аномалии осадков, выпадающих на поверхность Каспийского моря за период с 1936 по 2019 гг.

Расходная часть определяется испарением с зеркала моря, которое зависит от режима влажности и ветра, и оттоком в залив Кара-Богаз-Гол. Испарение во внутригодовых колебаниях уровня моря стоит на втором месте после стока. Его величина зависит от свойств воздушных масс над морем и в значительной степени определяется тепловым состоянием подстилающей поверхности [1]. Значительная меридиональная протяженность моря и различные климатические условия приводят к существенным различиям в интенсивности процессов испарения, так, например, они наиболее развиты в Северном Каспии, где ежегодно испаряется в среднем 740 мм слоя воды. С поверхности всего моря с июня по декабрь испаряется около 70 % годового объема испарившихся вод, а с поверхности Северного Каспия с мая по сентябрь – 75 % годового объема. Минимальные значения отмечаются в зимние месяцы и в начале весны (с января по март), максимальные – летом. В районах Среднего и Южного Каспия процессы испарения наиболее развиты в конце лета и начале осени [14]. По сравнению с речным стоком, межгодовые изменения величины испарения существенно меньше. Как видно из данных, приведенных на рис. 5, наиболее интенсивно процессы испарения были развиты до 70-х годов. Прслеживается тенденция уменьшения испарения.

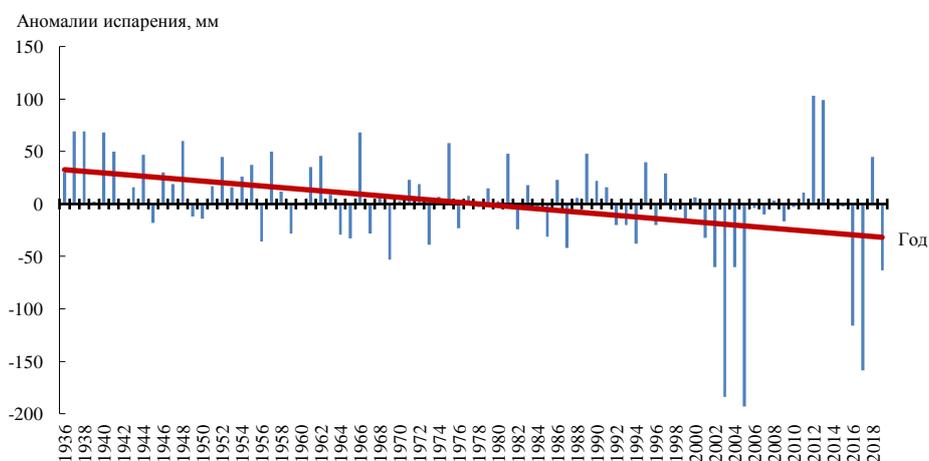


Рис. 5. Аномалии испарения с поверхности Каспийского моря за период с 1936 по 2019 гг.

Как видно из данных, приведенных на рис. 6, в течение года наиболее сильное испарение происходит с июня по декабрь. Необходимо отметить, что в современный период испарение увеличилось в зимнее время и уменьшилось в летнее.

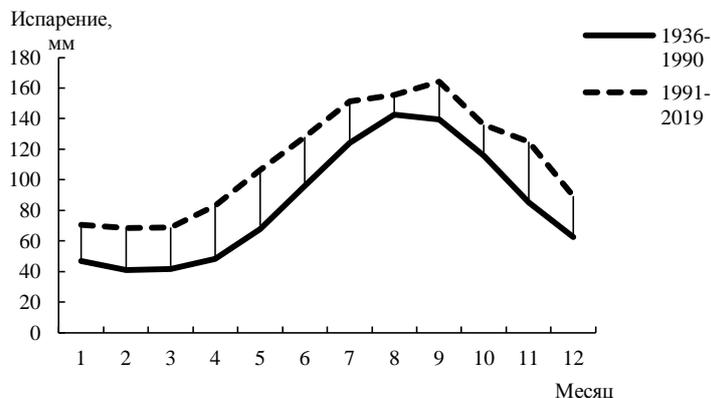


Рис. 6. Интенсивность испарения в течение года.

Роль испарения во внутригодовых колебаниях уровня моря стоит на втором месте после стока. Отклонение испарения от среднего многолетнего значения в отдельные годы достигает  $\pm 10 \dots 20$  см, что соответствует примерно 30...50 % амплитуды внутригодовых колебаний уровня. За счет испарения уровень моря понижается в среднем за год на 97 см.

К расходным составляющим водного баланса Каспия относится также сток морской воды в залив Кара-Богаз-Гол. С целью сокращения дефицита водного баланса Каспия в период интенсивного понижения уровня Каспия, в 1980 г. сток в залив был перекрыт земляной дамбой. Однако, когда уровень Каспия начал повышаться, в 1984 г. в дамбе было открыто водопропускное устройство, а в 1992 г. возобновлено свободное поступление каспийской воды в залив. Начиная с 2000 г. ежегодный объем стока в среднем составляет 19...20 км<sup>3</sup>/год. Роль подземного стока в водном балансе Каспия незначительна. Согласно косвенным оценкам, его средняя величина по периметру моря принимается 4 км<sup>3</sup>/год.

Для того чтобы графически отобразить колебания величин водного баланса, были построены разностные интегральные кривые в относительных величинах – модульных коэффициентах (рис. 7).

Как видно из данного рисунка, начиная с 2005 г. интегральная кривая речного стока наклонена вниз, что соответствует маловодной фазе.

Для испарения с поверхности Каспия характерны незначительные межгодовые изменения, свидетельствующие об относительной устойчивости этого фактора. Коэффициент вариации испарения для 1936...2019 гг. равен 0,05. Однако следует отметить, что в связи с понижением уровня моря и соответствующим сокращением площади его зеркала происходит изменение объема испаряющейся воды. Происходит выравнивание береговой ли-

нии, так как отсекаются мелководные заливы, например, Кайдак и Мертвый Култук, которые испаряют много воды.

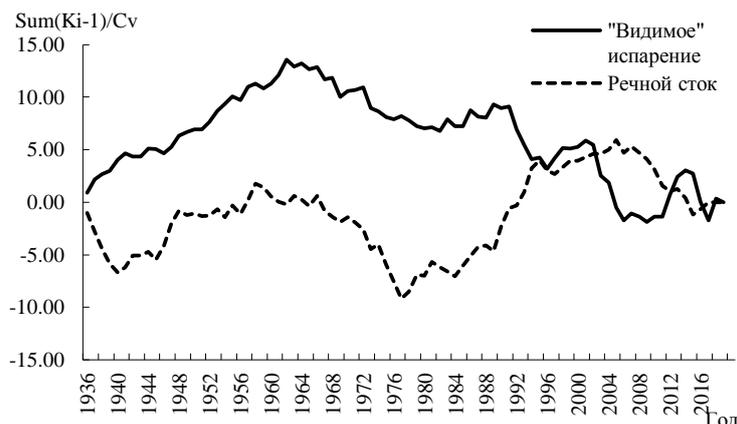


Рис. 7. Сопоставление разностно-интегральных кривых "видимого" испарения и речного стока за период с 1936 по 2019 гг.

Анализ сопоставления разностно-интегральной кривой речного стока и "видимого" испарения (испарение минус осадки) показал, что они изменялись асинхронно. Особенно хорошо прослеживается асинхронность изменения стока и "видимого" испарения за период современного повышения (1978...1995 гг.) и падения (2005...2019 гг.) уровня Каспия.

Средний сток в море за 1978...1995 гг. превышал норму примерно на 11 %, что соответствует обеспеченности около 25 %, "видимое" испарение было ниже нормы на 2 %, что оценивается обеспеченностью 63 %. За указанный период сток увеличился более чем на 30 км<sup>3</sup>/год относительно его среднегодовой величины – 292 км<sup>3</sup>/год.

В период современного падения уровня моря (2006...2019 гг.) средний приток в море уменьшился на 7,5 % относительно его среднегодовой величины, в то время как "видимое" испарение было в пределах его среднегодового значения.

Результаты исследований, приведенные в работах А.Н. Косарева и Р.Е. Никоновой [13] показали, что наибольшие колебания уровня моря характерны для периода, когда в Атлантико-Европейском секторе устанавливается одинаковый барико-циркуляционный режим. Наиболее значительна связь уровня с западной циркуляцией. При развитии восточного переноса воздушных масс связь с уровнем моря отрицательная. Табл. 4, где приведены основные характеристики водного баланса за различные периоды, характеризующие спад и подъем уровня

моря, наглядно показывает, что их соотношение влияет на фазы трансгрессии и регрессии уровня Каспийского моря.

Таблица 4

Основные составляющие водного баланса за различные периоды, мм\*

Характеристика	Месяц												Год
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1936...1977 гг.													
Осадки	21	17	19	18	16	10	6	7	17	28	32	27	216
Речной сток	37	36	43	73	175	114	55	42	37	40	40	33	725
Испарение	46	41	42	48	68	97	125	142	140	115	85	63	1012
1978...1995 гг.													
Осадки	21	21	23	20	17	8	5	7	15	33	35	29	237
Речной сток	54	51	60	87	171	87	60	53	48	52	55	55	831
Испарение	48	42	42	49	69	93	121	141	136	115	85	61	1000
1996...2005 гг.													
Осадки	19	16	17	18	11	10	5	10	21	35	22	16	200
Речной сток	46	45	53	67	156	113	60	50	46	43	41	47	771
Испарение	53	48	43	43	55	91	88	128	127	113	89	63	943
2006...2019 гг.													
Осадки	20	17	20	18	12	8	7	9	25	30	28	22	217
Речной сток	47	46	55	75	153	95	59	49	44	43	43	49	759
Испарение	71	69	69	83	106	128	151	156	164	136	125	89	974

\* *Примечание: Расчет произведен по данным, подготовленным в Государственном океанографическом институте (ГОИН) Росгидромета.*

Как следует из приведенной выше таблицы, в период с 2006 по 2019 гг. на акваторию Каспийского моря выпадало наименьшее количество осадков, а процессы испарения были более интенсивные, к тому же, из-за серии маловодных лет в бассейне р. Волга, средний приток воды также был наименьшим. Главная причина этой маловодности – потепление климата, охватившее все северное полушарие [8]. В результате значительно уменьшилось количество атмосферных осадков, главным образом осенне-зимних, формирующих основной объем стока Волги.

Таким образом, колебания уровня Каспийского моря в основном обусловлены соотношением характеристик водного баланса, изменяющихся под влиянием антропогенного изменения климата.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абузьяров З.К., Нестеров Е.С. Некоторые особенности пространственно-временной изменчивости уровня Каспийского моря // Труды государственного учреждения «Гидрометеорологический научно-исследовательский центр Российской Федерации». – Вып. 345. – 2011. – С. 5-22.
2. Арпе К., Спорышев П. В., Семенов В. А. и др. Исследование причин колебаний уровня Каспийского моря с помощью моделей общей цир-

- куляции атмосферы // Изменения климата и их последствия. – СПб.: Наука, 2002. – С. 165-179.
3. Архипова Е.Г., Крюков В.В. и др. Возможные изменения уровня Каспийского моря в связи с изменениями климатических условий // Труды ГОИН. – 1975. – Вып. 125. – С. 75-85.
  4. Бабкин В.И., Постников А.Н. и др. Влияние циклонической активности на сток Волги // Труды ГГИ. – 1992. – Вып. 360. – С. 48-57.
  5. Вительс Л.А. Синоптическая метеорология и гелиогеофизика: избранные труды / Под ред. Т.В. Покровской. – Л.: Гидрометеиздат, 1977. – 255 с.
  6. Владимиров А.М. Гидрологические расчеты. Л.: Гидрометеиздат, 1990. – 365 с.
  7. Водный баланс и колебания уровня Каспийского моря. Моделирование и прогноз / Под ред. Е.С. Нестерова. – М.: Триала лтд, 2016. – 378 с.
  8. Второй оценочный доклад Росгидромета об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. М.: ФГБУ «НИЦ «Планета»», 2014. – 59 с.
  9. Гидрометеорология и гидрохимия морей. – Т. IV. Каспийское море. – Вып. 1. Гидрометеорологические условия. – СПб.: Гидрометеиздат, 1992. – 359 с.
  10. Зайцева И.С. Многолетние колебания стока Волги и глобальные изменения климата // Изв. АН РАН. Сер. географ. – 1996. – № 5. – С. 45-54.
  11. Каспийское море. – М.: Из-во МГУ, 1969. – 264 с.
  12. Клиге Р.К., Ковалевский В.С., Федорченко Е.А. Влияние глобальных климатических изменений на водные ресурсы Волжского бассейна // Глобальные изменения природной среды (климат и водный режим). – М.: Научный мир, 2000. – С. 220-236.
  13. Косарев А.Н., Никонова Р.Е. О причинах и последствиях колебаний уровня Каспийского моря в XX-XXI столетиях. // Труды ГОИН. – 2008. – Вып. 211. – С. 127-151.
  14. Лебедев С.А., Сирота А.М., Остроумова Л.П., Костяной А.Г. Расчет испарения с акватории Каспийского моря по данным дистанционного зондирования [Электронный ресурс]. – URL: [http://d33.infospace.ru/d33\\_conf/2008\\_pdf/2/18.pdf](http://d33.infospace.ru/d33_conf/2008_pdf/2/18.pdf). (дата обращения 15.08.2020).
  15. Методические рекомендации по определению основных расчетных гидрологических характеристик при наличии данных гидрометрических наблюдений – Нижний Новгород: Вектор-ТиС, 2007. – 134 с.

16. Мещерская А.В., Александрова Н.А., Голод М.П. Температурно-влажностный режим на водосборах Волги и Урала и оценка его влияния на изменения уровня Каспийского моря // Водные ресурсы. – 1993. – Т 21. – № 4. – С. 463-470.
17. Никонова Р.Е. Многолетняя изменчивость составляющих водного баланса Каспийского моря и ее роль в колебаниях уровня // Материалы Всесоюзного совещания по проблеме Каспийского моря. – Гурьев, 3-5 июня, 1991.
18. Основные гидрометеорологические сведения о морях СССР. – Т.2. Каспийское море. – Вып. 1 (водный кадастр). – Л.: Гидрометеиздат, 1940. – 320 с.
19. Шикломанов И.А. Гидрологические аспекты проблемы Каспийского моря. Л.: Гидрометеиздат, 1976. – 78 с.

Поступила 08.10.2020

География ғылым. канд.  
PhD

Н.И. Ивкина  
А.В. Галаева

### **КАСПИЙ ТЕҢІЗІНІҢ СУ БАЛАНСЫНЫҢ НЕГІЗГІ ҚҰРАМДАС БӨЛІКТЕРІНІҢ КЛИМАТҚА БАЙЛАНЫСТЫ ӨЗГЕРУІ**

**Түйін сөздер:** су балансы, Каспий теңізі, өзен ағысы, булану, жауын-шашын, теңіз деңгейі

*Мақалада Каспий теңізінің су деңгейінің төмендеуі мен көтерілуін сипаттайтын әр кезеңдегі су балансының негізгі элементтері қарастырылған. Олардың арақатынасы Каспий теңізі деңгейінің трансгрессия және регрессия фазаларына әсер ететіндігі көрсетілген.*

N.I. Ivkina, A.V. Galayeva

### **CHANGES IN THE MAIN COMPONENTS OF THE CASPIAN SEA WATER BALANCE UNDER THE CLIMATE CHANGE INFLUENCE**

**Keywords:** water balance, Caspian Sea, river flow, evaporation, precipitation, sea level

*The article examines the main elements of the water balance of the Caspian Sea for different periods, characterizing the decline and rise in sea level. It is shown that their ratio affects the phases of transgression and regression of the Caspian Sea level.*

ӘОЖ 910.3:581.5

А.-шар. ғылымд. канд Т.К. Салихов<sup>1</sup>**БАТЫС ҚАЗАҚСТАН ОБЛЫСЫ АРДАҚ ЖӘНЕ АЩЫСАЙ  
АУЫЛДЫҚ ОКРУГТЕРІНІҢ ӨСІМДІК ЖАМЫЛҒЫСЫН ЗЕРТТЕУ**

**Түйін сөздер:** өсімдік жамылғысы, ГАЖ технологиялары, биоалуантүрлілік, флора, тіршілік ету ортасы, экожүйе, ауылдық округ

*Зерттеу нәтижесінде Батыс Қазақстан облысы Ардақ және Ащысай ауылдық округтерінің өсімдік жамылғысы зерттелді, мұнда экожүйені талдау және ГАЖ технологиялары негізінде өсімдік картасы жасалды, шекаралары анықталды, өсімдік жамылғысын қалпына келтіру және сақтау бойынша ұсыныстар жасалды. Олардың құрамында даланың типтік тұрғындарынан да, олардың таралу аймағында орналасқан өсімдіктерден тұратын фитоценоздарды байқауға тура келеді. Зерттеу аймағында антропогендік әсердің кейбір салдары бар. Малдың шектен тыс жайылуы тікелей елді мекендердің маңында жүреді. Шаруашылық қызметтің барлық түрлері дерлік экожүйелердің кеңістіктік құрылымын немесе ұйымдастырылуын бұзуға алып келеді.*

Елдің экономикалық даму қарқыны мен табиғи ресурстарды пайдаланудың күшею жағдайында, табиғатты қорғаудың аумақтық жүйесін одан әрі жетілдіру мәселесі шұғыл болып отыр. Осындай шарттар мемлекеттің биологиялық әртүрлілігін сақтаудың тиімді жүйесі ретінде ерекше қорғалатын табиғи аумақтар желісін одан әрі дамыту қажеттілігін анықтайды. Осындай міндеттерді шешу үшін Қазақстан Республикасының Үкіметі Қазақстан Республикасында «Қазақстан Республикасының ерекше қорғалатын табиғи аумақтарын 2030 жылға дейін дамыту және орналастыру тұжырымдамасы» мақұлдаған және белсенді жұмыс істейді. Оның мақсаты – жануарлардың негізгі түрлерінің, дала және жартылай шөлді мекендейтін жерлердің ғаламдық маңызы бар биологиялық

---

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

әртүрлілігін сақтау, Қазақстандағы өзара ықпалдасқан және қорғалатын аумақтардың желісін жетілдіру [7].

Сонымен қатар, ол биологиялық әртүрлілікті сақтауға, микроорганизмдердің, флора мен фаунаның, сондай-ақ табиғи және экологиялық жүйелердің барлық түрлерін сақтауға, олардың экономикалық және басқа да қызмет түрлерінің нәтижесінде өзгеріске ұшырауын алдын алуға бағытталған.

**Зерттеудің мақсаты.** Батыс Қазақстан облысы Ардақ және Ащысай ауылдық округтерінің аумағындағы өсімдік жамылғысының қазіргі жағдайын зерттеу.

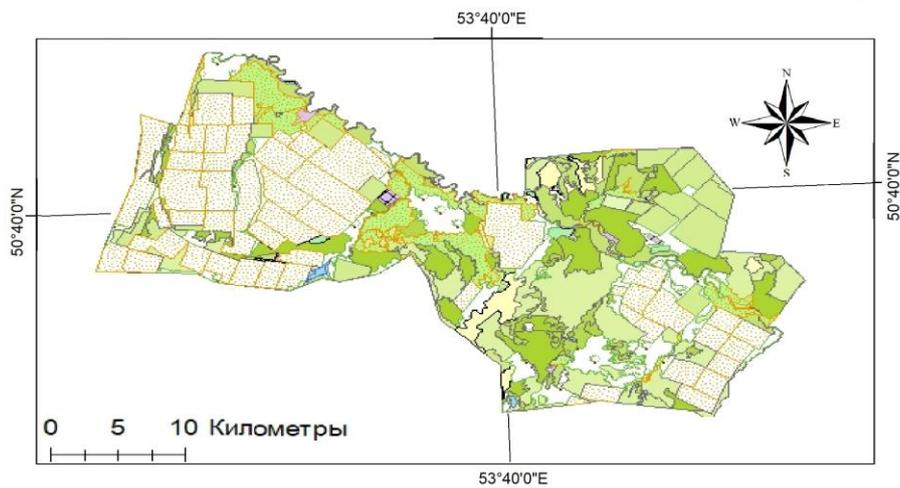
Кешен түрде Батыс Қазақстан облысы Ардақ және Ащысай ауылдық округтерінің аумағында жалпы қабылданған әдістерді қолдана отырып геоботаникалық, флористикалық және экожүйелік зерттеулер жүргізілді [8, 1...4, 6, 9, 10]. Өсімдіктердің негізгі түрлерінің тіршілік ету ортасы зерттелді, жағымсыз факторлардың биологиялық әртүрлілікке әсері бағаланды.

Сканерленген карталар, фотографиялық жоспарлар негізінде ГАЖ технологиясын қолдана отырып, ауданның ауқымды геоботаникалық картасы жасалынды.

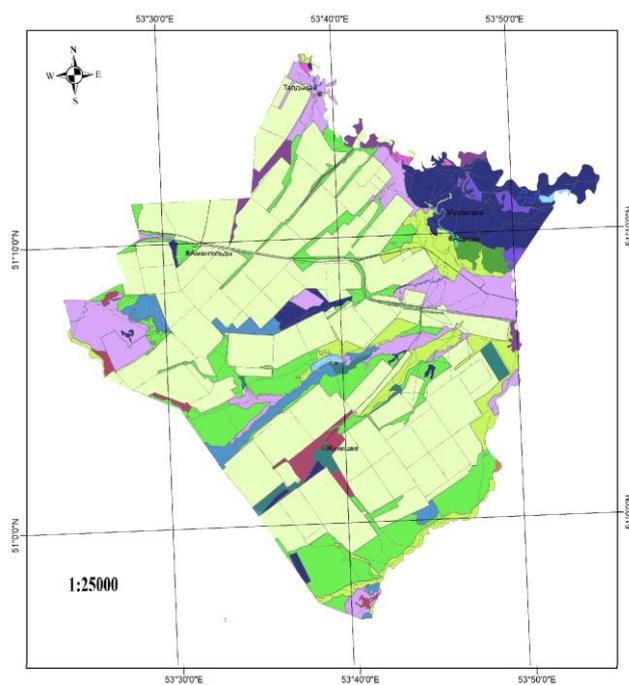
**Зерттеу нәтижелері және оларды талқылау.** Шыңғырлау ауданы Шығыс Еуропа жазығының оңтүстік шығысында орналасқан және Орал алды үстірті мен Орал алды аңғар жазығын алып жатқан аумақтың өсімдік жамылғысы және антропогендік бұзылғын экожүйелердің жалпы әдімстемелер негізінде зерттелді. Батыс Қазақстан облысы Ардақ және Ащысай ауылдық округінің өсімдік жамылғысының аумағы дала табиғи аймағында орналасқан: (қара қоныр топырақтарындағы шөлді дала жартылай бұталы-шөпті шөптердің субзоны). Батыс Қазақстан облысы Ардақ және Ащысай ауылдық округінің геоакпараттық жүйелер технологиялар (ГАЖ технологиялары) арқылы геоботаникалық картасы құрылды (сур. 1, 2).

Зерттеу аймағының флорасында 66 отбасы мен 265 ұрпаққа жататын тамырлы өсімдіктердің 537 түрі анықталды. Дегенмен, бұл сан флораның барлық түрінің құрамын толығымен анықтамайды. Батыс Қазақстан облысының зерттелген флорасында 42,7 % түрлер (537), 54,4 % (265) және 56,4 % (66) отбасылар ұсынылған. Түр құрамына байланысты ең бай болып келгендері 3 отбасы: күрделі гүлділер (*Compositae Biseke*), 95 түр (17,3 %),

дәнді дақылдар (*Gramineae* Juss) – 54 түр (9,8 %), алаботалар тұқымдасы (*Chenopodiaceae* Vent) – 42 түр (7,6 %). Барлығы 191 түр бар (35 %) [4, 5].



Сур. 1. Батыс Қазақстан облысы Ардақ ауылдық округінің геоботаникалық картасы.



Сур. 2. Батыс Қазақстан облысы Ащысай ауылдық округінің геоботаникалық картасы.

Зерттеу аймағының маңыздылығын бағалау үшін Қызыл кітапқа енген және сирек кездесетін түрлердің ғана емес, сондай-ақ экономикалық құнды және ресурстық түрлердің болуын да талдадық. Сондай-ақ, мәдени өсімдіктерінің жабайы туыстарының болуына да баға берілді. Аудан флорасы пайдалы өсімдіктерге бай. Мұнда тіркелген өсімдік шаруашылығының 70 % (шамамен 378 түрі) экономикалық тұрғыдан бағалы және бояу, дәрілік, тотықтырғыш, техникалық, тағамдық, сәндік және басқа мақсаттарда пайдаланылады. Бірқатар өсімдіктер бір емес, бірнеше пайдалы қасиеттерге ие және күрделі түрде қолданылуы мүмкін. Олардың ішінде ең үлкен топ ауыл шаруашылық жемшөп түрлерінен тұрады (104 түрі, 19 %). Жабайы өсімдіктердің арасында жемшөптің құндылығы жоғары көптеген өсімдіктер бар. Жемшөп шөптерінің экономикалық маңызы оларды мал азықтық құндылығы, өнімділігі, жануарларды тұтынуы, таралуымен анықталады.

Зерттеу аймағындағы тіршілік мал азық жерлер мекендейтін ортасына (топыраққа, жер бедеріне) және түр құрамына байланысты келесі топтарға бөлінуі мүмкін: жазық жерлердегі басымдықпен далалық жайылымдар, жазық таулар мен алқаптардың үстіндегі қылтан селеу (тырса) басымдылығы бар далалық жайылымдар, жазық және алқапта еркекшөп басымдылығы бар дала және шөлейт жайылымдар, жазық және алқаптардың үстінде бетеге басым дала және шөлді жайылымдар, алқаптарда тобылғы басым бұталы шалғынды далалық жайылымдар, өзендердің алқаптарында шабындық аралас-шөп-дәнді жайылымдар, өзендер мен алқаптардың бойында жұмсақ сабақты шөптері басым (бидайық, жаушалғын) шалғынды жайылымдар, жазықта австриялық жусан басым, жусан жайылымдары, қатты тұзданған жерлерде мекендейтін ащы жусан басым, аралас жусанды жайылым, сортаңда шырынды-соранды жайылымдар.

Зерттеу аймағында шымды жіңішке жапырақты астық тұқымдамтар басым жайылымдарда таралған. Жазық далада ең кең таралған жайылымдық жайылымдар: бетегелі-дәнді, бетегелі-жусанды, еркекшөпті-дәнді. Астықтар максималды өсімдік салмағын жазда береді. Жекелеген аудандардағы жайылымдардың өнімділігі 2-ден 6 ц/га-ге дейін ауытқиды. Жайылым мезгілінде дән жармасы жоғары қоректік құндылықпен және жануарлардың жақсы желінілуімен сипатталады. Астық тұқымдас дақылды жайылымдар көктегі-жазғы-күзгі жайылым ретінде қолданады. Сортаңдарда қара жусан және түймедақты

жайылымдар ретінде күзгі кезеңде дәнді дақылды жайылымдарға жақсы қосымша бола алады.

Қара жусанды жайылымдардың өнімділігі 2...4 ц/га жетеді, ал түймедақ 1...2 ц/га. Ауданда бидайықты жайылымдар 20-дан 40-қа ц/га дейінгі өнімділік береді. Сортаңда көкпек, буюрғұн, ақсора жайылымдары кең таралған. Көкпек-буюрғұн жайылымдарының өнімділігі 1,5...5 ц/га аралығында өзгереді.

Зерттеу аймағының қазіргі заманғы шаруашылығындағы маңызды мәселесі – жайылымдық жүктемені бөлу принциптерін сақтамау - мал жаюды ұйымдастыру мен өткізудегі жаппай кәсіби емес іс әрекет нәтижесінде.

Ірі қара малдың шектен тыс асып кетуі елді мекендердің жанында тікелей орын алады.

Зерттеліп жатқан аумақта жайылымдарды тиімді емес пайдалану және оларды шамадан тыс пайдалану жүзеге асырылады. Мұның себептері, біріншіден, ауыл шаруашылық бірліктеріндегі жайылымдардың жоқтығы және, екіншіден, көптеген жайылымдарды суару орындарымен қамтамасыз етпеуі, соның салдарынан тоғандарға, ұңғымаларға және басқа да су көздеріне жақындаған аумақтар жүйелі түрде шектен тыс жаю байқалады. Осындай шамадан тыс жоюдан бүліну кезеңі тән әр түрлі қауымдастықтар астындағы аумақтар қалыптасқан: тасталған елді мекендер, ескі лагерьлер, бұзылған құдықтар және тасталған қыстаулар және т.б.

Шабындықтар мен жайылымдардың өнімділігін арттыру үшін олардың тозуын болдырмау үшін олар ұтымды пайдалану бойынша ұсыныстарды сақтау қажет. Мал азығы ретінде жерлерді ұтымды пайдалану үшін мал жайылымын дұрыс ұйымдастыру, жайылымның басталуы мен аяқталуының оңтайлы мерзімдері, малдың әр түрлі түрлерінің арасында дұрыс бөлу, қалыпты жүктемені қамтамасыз ету және жақсы өсімге жағдай жасау, жемшөп шөптерін жаңартып, қоректік заттардың жинақталуын қамтитын жайылымдық айналу жүйелері кіреді.

Экологиялық жағдайды бағалау нәтижелері бойынша жайылым аумақтарын пайдалануды жақсарту бойынша шаралар жүйесін әзірлеу ұсынылады. Жайылымда малдың жүктелу деңгейі үшін қолайлы жағдай болғандықтан, ауданның барлық ландшафтық аумақтарында мал шаруашылығын одан әрі ұлғайтуға болады. Мал жайылымдарында пайдаланылатын далалардың биоалуантүрлілігін сақтау үшін жайылымдар жүйесіндегі жайылымдардың режимдерін реттеу ұсынылады.

## ПАЙДАЛАНҒАН ӘДЕБИЕТТЕР

1. Алехин В.В. Методика полевого изучения растительности и флоры. – М.: Наркомпрос., 1938. – 203 с.
2. Андрущенко О.Н. Естественно-исторические районы Прикаспийской низменности (Междуречье Волга-Урал) // Тр. геогр. фак. Белорус. ун-та. – Минск. – 1958. – С. 137-219.
3. Дарбаева Т.Е. Конспект флоры меловых возвышенностей Северо-Западного Казахстана. – Уральск, 2002. – 131 с.
4. Дарбаева Т.Е., Утаубаева А.У., Цыганкова Т.А. Растительный мир Западно-Казахстанской области. – Уральск, 2003. – 92 с.
5. Иванов В. В. Степи Западного Казахстана в связи с динамикой их покрова. Л.: Изд-во АН СССР, 1958. – 288 с.
6. Методические указания по ведению Летописи природы в особо охраняемых природных территориях со статусом юридического лица. Утвержденный Комитетом лесного и охотничьего хозяйства Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан от 18 апреля 2007 года № 156.
7. Петренко А.З., Джубанов А.А., Фартушина М.М.. Природно-ресурсный потенциал и проектируемые объекты заповедного фонда Западно-Казахстанской области. – Уральск: ЗКГУ, 1998. – 176 с.
8. Постановление Правительства Республики Казахстан от 10 ноября 2000 года №1692 О Концепции развития и размещения особо охраняемых природных территорий Республики Казахстан до 2030 г.
9. Салихов Т.К. Эколого-географическая оценка территории Чингирлауского района Западно-Казахстанской области: монография. – Астана: Идеал-НС, 2020. – 183 с.
10. Salikhov T.K., Karagoishin Zh.M. and others. Geoeological assessment of the projected State Nature Reserve "Bokeyorda" in West Kazakhstan Region. // Oxidation Communications. – 2016, № 39 (4). – С. 3579-3590.

Қабылданды 28.10.2020

Канд. с.-х. наук

Т.К. Салихов

### **ИССЛЕДОВАНИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА АРДАКСКОГО И АЩИСАЙСКОГО СЕЛЬСКИХ ОКРУГОВ ЗАПАДНО- КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ**

**Ключевые слова:** растительный покров, ГИС-технологий, биоразнообразие, флора, местообитание, экосистема, сельский округ

*В результате исследований был изучен растительный покров Ардакского и Ащисайского сельских округов Западно-Казакстанской области, где на основе экосистемного анализа и ГИС-технологий составлена карта растительности, определены границы, даны рекомендации, направленные на восстановление и сохранение растительного покрова. В растительном составе приходится наблюдать фитоценозы, сложенные как типичными обитателями степей, так и растениями, находящимися на границе своего ареала. На исследуемой территории наблюдаются некоторые последствия антропогенного воздействия. Перевыпас скота имеет место непосредственно около населенных пунктов. Практически все виды хозяйственной деятельности приводят к тем или иным нарушениям пространственной структуры или организации экосистем.*

T.K. Salikhov

#### **RESEARCH OF VEGETATION COVER OF ARDAK AND ASHYSAY RURAL DISTRICTS OF WEST KAZAKHSTAN REGION**

**Key words:** vegetation cover, GIS technologies, biodiversity, flora, habitat, ecosystem, rural district

*As a result of the research, the vegetation cover of the Ardak and Ashysay rural districts of the West Kazakhstan region was studied, where, based on ecosystem analysis and GIS technologies, a vegetation map was compiled, boundaries were determined, and recommendations were made aimed at restoring and preserving the vegetation cover. In the plant composition, one has to observe phytocenoses composed of both typical inhabitants of the steppes and plants located at the border of their range. In the study area, some consequences of anthropogenic impact are observed. Overgrazing of livestock takes place directly near the settlements. Almost all types of economic activities lead to some kind of violation of the spatial structure or organization of ecosystems.*

УДК 551.583

Ж.К. Наурызбаева<sup>1</sup>Докт. техн. наук, проф. В.А. Лобанов<sup>2</sup>**ИЗМЕНЕНИЕ ВЕТРОВОГО РЕЖИМА СЕВЕРНОГО И СРЕДНЕГО КАСПИЯ В ХОЛОДНОЕ ПОЛУГОДИЕ**

**Ключевые слова:** Каспийское море, ветровой режим, скорость и направление ветра, максимальная скорость ветра

*В работе проведены исследования ветрового режима Северного и Среднего Каспия за холодный период времени года. Данные по скорости и направлению ветра собраны с 1945 по 2019 гг. по станции Пешиной, с 1983 и 1993 гг. по 2019 г. по станциям о. Кулалы, Форт-Шевченко и Актау. Методика моделирования и исследования временных рядов основывалась на оценке изменения среднего значения во времени и для этой цели временные ряды аппроксимировались моделями двух типов: стационарной выборки и моделью нестационарного среднего. По результатам исследования выявлено, что повторяемость ветров западных румбов увеличивается. Максимальные скорости ветра стали меньше.*

**Введение.** Ветровой режим, как правило, формируется под влиянием атмосферной циркуляции, местных барико-циркуляционных и термических условий моря. И, соответственно, изменения в поле ветра могут говорить об изменениях в циркуляционных процессах. Каспийское море имеет большую меридиональную протяженность, которая проявляется в многообразии физико-географических условий побережья. Данные условия благоприятствуют разнообразию ветров в Прикаспийском регионе. В зимний период над акваторией моря наблюдаются в основном ветра определенных направлений, в зависимости от региона. Так, северо-западная акватория более подвержена юго-восточным и восточным ветрам; северо-восточная акватория не имеет ярко выраженных преобладаний того или иного направления, но в отдельные годы могут преобладать юго-восточные и восточные ветра; для

<sup>1</sup> РГП "Казгидромет", г. Алматы, Казахстан

<sup>2</sup> Российский Государственный Гидрометеорологический университет, г. Санкт-Петербург, Россия

акватории Среднего Каспия характерна сильная зависимость от орографии прибрежной зоны, отмечается наибольшая повторяемость юго-восточных и северо-западных ветров.

Зимой циркуляция над Северным Каспием, восточным побережьем и центральной частью Среднего Каспия в основном обусловлена влиянием западной и юго-западной периферий азиатского максимума, а также термическими различиями между морем и сушей. Воды Каспия зимой охлаждаются меньше, чем прилегающая к нему пустыня, в связи с чем, увеличивается тенденция переноса более холодных масс воздуха из пустыни в сторону моря [1, 4, 14]. Поэтому, в большинстве районов в зимние месяцы отмечаются наибольшие значения повторяемости ветров восточных румбов. В то же время, активный циклогенез над Атлантикой и выход циклонов на Каспий способствуют увеличению в это время года ветров северной четверти, преимущественно северо-западного направления, особенно в Среднем Каспии, а также на открытой акватории северо-западного района.

Ветровой режим имеет огромное значение для судоходства, нефтедобывающей отрасли, сооружения прибрежных конструкций, а также платформ в открытом море, которые наиболее уязвимы под воздействием сильных ветров и порывов.

**Информация и метод исследования.** Методика исследования основана на статистическом моделировании и анализе временных рядов следующих метеорологических данных:

- многолетних рядах наблюдений за направлением ветра;
- многолетних рядах наблюдений за средней и максимальной скоростью ветра.

Целью работы является оценка изменения ветрового режима Северного и Среднего Каспия в холодное время года.

Для решения поставленной задачи были собраны срочные данные направления и скорости ветра со станций Пешной, о. Кулалы, Форт-Шевченко и Актау. Период исследования охватил временной промежуток с 1945 по 2019 гг. для станции Пешной, с 1983 и 1993 гг. по 2019 г. для остальных станций. Срочные данные предоставляются дискретностью в шесть часов по СГВ, то есть 4 раза в сутки.

Методика моделирования и исследования временных рядов основывалась на оценке изменения среднего значения во времени и для этой цели временные ряды аппроксимировались моделями двух типов:

стационарной выборки (среднее значение постоянно во времени) и моделью нестационарного среднего (среднее значение изменяется по времени). Причем, в качестве моделей нестационарного среднего задавались два их вида: модель линейного тренда и модель ступенчатых изменений среднего значения. Проверялась гипотеза – является ли нестационарная модель эффективнее стационарной и насколько. В качестве показателя эффективности каждой из модели принималась ее остаточная дисперсия, т.е. доля исходного рассеяния, которое не объяснено моделью. Для модели стационарной выборки стандартное отклонение остатков соответствует среднему квадратическому отклонению ряда (СКО) –  $\sigma_0$ , а для нестационарных моделей определяется, как СКО остатков между наблюдаемыми значениями и рассчитанными по соответствующей модели ( $\sigma_{\text{нест}}$ ). В качестве показателя эффективности нестационарной модели ( $\Delta$ ) можно принять относительную разность стандартных отклонений остатков модели стационарной выборки ( $\sigma_0$ ) и нестационарной модели ( $\sigma_{\text{нест}}$ ) в % [5, 6, 11...13]:

$$\Delta = (\sigma_0 - \sigma_{\text{нест}}) / \sigma_0 \cdot 100 \% \quad (1)$$

Причем  $\sigma_0$  всегда будет  $\geq \sigma_{\text{нест}}$ , т.к. остаточная дисперсия относительно постоянного среднего значения является наибольшей. Можно принять, что если  $\Delta > 10\%$ , то нестационарная модель уже становится эффективнее стационарной, а если  $\sigma_0^2 / \sigma_{\text{нест}}^2 > F_{\text{кр}}$  (где  $F_{\text{кр}}$  – критическое значение статистики критерия Фишера при заданном уровне значимости  $\alpha$ , например 5 %), то эффективность нестационарной модели будет и статистически значима. Также можно определить  $\Delta_{\text{кр}}$ , при котором эффективность нестационарной модели статистически значима. Так, при объеме выборки  $n = 60$  лет,  $\Delta_{\text{кр}} = 19,4\%$ , при  $n = 120$  лет  $\Delta_{\text{кр}} = 13,8\%$ , а при  $n = 500$  лет  $\Delta_{\text{кр}} = 10\%$ . Величина  $\Delta$  является показателем эффективности нестационарной модели, а  $\sigma_{\text{нест}}$  определяется в зависимости от типа нестационарной модели по своим формулам. Так, для модели линейного тренда:  $\sigma_{\text{нест}}^2 = \sigma_0^2(1-R^2)$ , где  $R$  – коэффициент корреляции уравнения линейного тренда.

**Анализ ветрового режима.** Ветровой режим Каспийского моря вызывал интерес многих исследователей и ученых прошлых веков и современности. В трудах [2, 3, 7...10, 15] приведены некоторые основные результаты исследования. В данной работе проведен статистический анализ, проверена однородность и качество данных. В табл. 1

представлены повторяемости ветров 8 основных направлений и штилей в процентном соотношении.

Таблица 1

Повторяемость в % направлений ветра

Месяц	Направление								
	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	шт
Пешной									
Ноябрь	7	12	21	15	6	10	10	9	10
Декабрь	8	12	23	14	5	9	9	9	10
Январь	8	12	20	14	6	12	9	9	10
Февраль	7	12	18	17	6	9	9	10	12
Март	7	10	22	18	5	9	9	9	11
о. Кулалы									
Ноябрь	7	18	22	17	3	7	7	11	8
Декабрь	6	17	27	15	3	6	8	12	7
Январь	6	23	16	13	5	10	10	12	6
Февраль	11	17	21	15	3	5	8	12	8
Март	6	15	21	18	3	5	9	12	10
Форт-Шевченко									
Ноябрь	15	24	12	19	2	4	6	13	6
Декабрь	14	21	12	22	3	4	7	11	6
Январь	15	18	9	21	4	5	9	14	6
Февраль	14	22	12	22	3	2	5	15	5
Март	12	23	11	23	3	3	7	13	5
Актау									
Ноябрь	11	16	27	22	2	2	6	11	2
Декабрь	10	17	25	21	3	3	9	11	2
Январь	9	14	18	21	5	5	12	14	2
Февраль	12	17	27	22	2	3	5	9	2
Март	11	18	26	24	1	2	6	10	2

Важно было рассмотреть не только распределение ветрового направления по месяцам, но и динамику изменений каждого направления за весь период. Так по станции Пешной за период с 1945 по 2019 гг. увеличилась повторяемость юго-западного направления ветра во все месяцы, за исключением ноября. В марте увеличилась не только повторяемость юго-западного ветра, но и повторяемость западного и северо-западного, а в декабре – западного ветра. Немаловажным фактом является увеличение повторяемости безветренных случаев, то есть штилей, во все исследуемые месяцы. В последние десятилетия их повторяемость увеличилась до 20...25 случаев в месяц, то есть 20...25 раз

из 120 / 124 (в зависимости от числа дней в месяце 30 / 31), при средней повторяемости 12...15 раз. В период 1945...1970 гг. повторяемость штилей редко превышала 10 случаев в месяц. В процентном соотношении повторяемость юго-западного ветра возросла от 10 % до 15...20 % во все месяцы, в то время как повторяемость северо-западного ветра увеличилась на 2...3 % только в ноябре.

На станции остров Кулалы отмечена тенденция увеличения повторяемости ветров северного направления, рост составил от 2...4 % до 10...13 %. Ветра юго-восточного направления в декабре и январе увеличились на 10 %, а в остальные месяцы холодного полугодия – менее чем на 5 %. Повторяемость западных ветров возросла в марте и декабре на 10 %.

На станции Форт-Шевченко было зафиксировано заметное уменьшение ветров южного сектора, и увеличение повторяемости ветров западного и северо-западного направлений.

На метеостанции Актау в марте увеличилась повторяемость ветров южного и западного секторов, от 2 до 5 %. Повторяемость ветров других секторов практически не имеют ярко выраженных периодов спада или роста.

По результатам оценки климатических изменений, согласно эффективности двух моделей нестационарного среднего (линейный тренд и ступенчатые изменения среднего значения при переходе от одного стационарного периода к другому) по отношению к модели стационарной выборки, наблюдается ступенчатый переход в конце 80-х годов прошлого столетия для ветров западного и южного секторов. Для остальных направлений ярко выраженного перехода не наблюдается.

Для наглядного примера на рисунке приведены графики временного хода повторяемости ветра юго-западного направления по данным станции Пешной.

По итогам исследования можно заключить, что наблюдается увеличение повторяемости ветров западного и южного секторов, в особенности в марте и ноябре. Данное заключение говорит о том, что наблюдается довольно интенсивный и частый вынос теплых воздушных масс с южной территории Каспийского моря, с территории Ирана и приток тепла с запада, с территории Черного моря. Выходы южно-каспийских и черноморских циклонов способствуют притоку теплых воздушных масс, выпадению осадков. Подобные выносы тепла благоприятствуют быстрому очищению моря ото льда в марте и сдвиге дат появления первых ледовых явлений в ноябре.

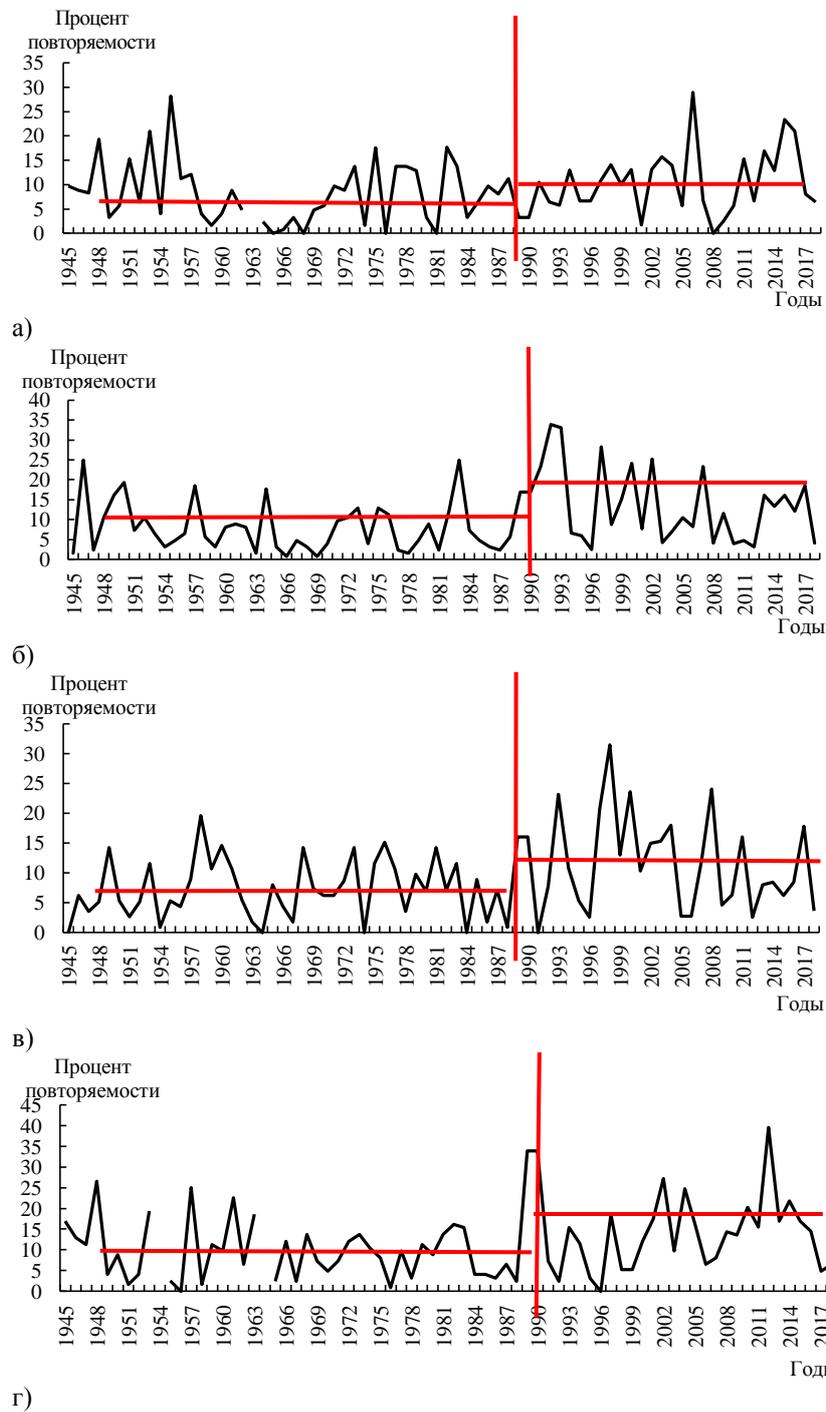


Рис. Повторяемость в процентах ЮЗ ветра с 1945 по 2019 гг. на станции Пешной: а) за декабрь, б) за январь, в) за февраль, г) за март.

В то время как влияние сибирского антициклона ослабевает, затоки холодных арктических воздушных масс меньше. Ветра северного и восточного секторов по своей повторяемости снизились.

**Скорость ветра.** Скорости ветра также изменились. Среднемесячная скорость ветра на станции Пешной до 80-х годов была в пределах 5...7 м/с, в последние десятилетия она снизилась до отметки 4 м/с. На остальных станциях изменения не столь существенны, скорости ветра уменьшились на 2...3 м/с. Подобные уменьшения скорее всего связаны со сменой основных направлений ветра. Стоит уточнить, что ветра южного и западного секторов имеют меньшие скорости.

Повторяемость максимальных скоростей свыше 20 м/с на станции Пешной значительно сократилась, во все месяцы подобные скорости фиксировались в 40...50-е годы. В настоящее время скорость ветра редко достигает отметки 15 м/с, и наблюдается в основном в марте и декабре.

На станции Актау скорости ветра уменьшились на 3...5 м/с. На остальных станциях существенных уменьшений не наблюдается.

По исследованиям С.Д. Кошинского [9, 10], режим средних скоростей ветра в различных районах Каспийского моря, существенным образом зависит от времени года, характера циркуляционных процессов и рельефа окружающей местности. Скорость ветра у поверхности земли зависит и от времени суток. Эти изменения скорости в течение суток находятся в прямой зависимости от изменений коэффициента турбулентного обмена – в послеполуденные часы наблюдается максимум скорости ветра, а к ночи она уменьшается. Имеется одна общая особенность в годовом ходе суточной амплитуды скорости ветра: для всех районов наибольшего значения амплитуда достигает в середине лета, а наименьшего – в середине зимы.

Влияние циркуляции атмосферы, орографии берегов и рельефа местности вокруг наблюдательных станций сказывается на характере распределения максимальных скоростей ветра.

Что касается максимальных скоростей ветра, то они значительно ослабли. В последние годы скорость более 20 м/с, а тем более 25 м/с не наблюдаются.

Несмотря на малую повторяемость скоростей ветра более 15 м/с, они представляют большой интерес. Так как усиление ветра может привести к продолжительности рейсов судов, прекращению погрузочно-

разгрузочных работ. Ветер такой силы обычно вызывает сильное волнение, которое может привести к возникновению аварийных ситуаций при проведении работ на море. Шторм – опасное явление погоды, складывающееся из одновременного воздействия различных гидрометеорологических факторов: сильного ветра, развитого волнения, сгонов-нагонов, обильного выпадения осадков, а в зимнее время – подвижек ледяного покрова, метелей, обледенения.

В 71 % случаев возникновение штормов на Каспии связано с влиянием антициклонов. При этом в 47 % случаев наблюдаются ветры северной четверти. Штормы циклонического происхождения с ветрами западного направления составляют 34 %. На штормовую деятельность в этом районе оказывает в значительной мере и мысовый эффект п-ова Мангышлак.

**Заключение.** В заключении работы получены следующие результаты и выводы:

1. Сформирована база данных скоростей и направления ветра на станциях в районе Каспийского моря, осуществлен анализ их качества и однородности.

2. Повторяемость ветров западных румбов (З, СЗ, ЮЗ) увеличивается. Максимальные скорости ветра стали меньше (скорости более 20 м/с практически не наблюдаются). Среднемесячная скорость ветра на станции Пешной до 80-х годов была в пределах 5...7 м/с, в последние десятилетия она снизилась до отметки 4 м/с. На остальных станциях изменения не столь существенны, скорости уменьшились на 2...3 м/с.

3. Повторяемость максимальных скоростей ветра на станции Пешной свыше 20 м/с значительно сократилась, во все месяцы подобные скорости фиксировались в 40...50-е годы. В настоящее время скорость ветра редко достигает отметки 15 м/с, и наблюдается в основном в марте и декабре.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Болгов М.В., Красножон Г.Ф., Любушин А.А. Каспийское море: Экстремальные гидрологические события. – М.: Наука, 2007. – 381 с.
- 2 Бухарицин П.И. Исследования Каспийских льдов. – Palmarium Academic Publishing, 2019. – 122 с.

- 3 Бухарицин П.И., Болдырев Б.Ю., Новиков В.И. Комплексная система гидрометеорологического обеспечения безопасности мореплавания, портов и транспортных комплексов на Каспийском море. Астрахань, 2014. – 319 с.
- 4 Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. Том VI. Каспийское море. Вып.1. Гидрометеорологические условия / Под ред. Ф.С. Терзиева, А.Н. Косарева, А.А. Керимова – СПб.: Гидрометеоиздат, 1992. – 359 с.
- 5 Дрейпер Н. Прикладной регрессионный анализ. – М.: Статистика, 1973. – 392 с.
- 6 Закс Л. Статистическое оценивание. – М.: Статистика, 1976. – 598 с.
- 7 Зонн И.С., Костяной А.Г., Косарев А.Н., Жильцов С.С. Моря России. Энциклопедия. Каспийское море. – М.: Международные отношения, 2015. – 544 с.
- 8 Ивкина Н.И. Ветровые условия в северной и средней частях Каспийского моря // Гидрометеорология и экология. – 2011.– № 4.– С. 27-38.
- 9 Кошинский С.Д. Региональные характеристики сильных ветров на морях Советского Союза. Т.1. Каспийское море. – Л.: ГМИ, 1975. – 412 с.
- 10 Кошинский С.Д. Типы распределения ветров над Каспийским морем, их повторяемость, устойчивость и преемственность. // Тр. НИИАК. – 1964. – Вып. 26. – С. 85-127.
- 11 Лобанов В.А., Смирнов И.А., Шадурский А.Е. Практикум по климатологии. Часть 1. (учебное пособие). – Санкт-Петербург, 2011. – 144 с.
- 12 Лобанов В.А., Смирнов И.А., Шадурский А.Е. Практикум по климатологии. Часть 2. (учебное пособие). – Санкт-Петербург, 2012. – 141 с.
- 13 Малинин В.Н. Статистические методы анализа гидрометеорологической информации. – СПб.: изд. РГГМУ, 2008. – 408 с.
- 14 Панин Г.Н., Мамедов Р.М., Митрофанов И.В. Современное состояние Каспийского моря. – М.: Наука, 2005. – 356 с.
- 15 Шиварева С.П. Особенности гидрометеорологического режима Каспийского моря вдоль казахстанского побережья // Гидрометеорология и экология. – 1995. – № 1. – С. 39-57.

Поступила 02.11.2020

Техн. ғылым. докт., проф.

Ж.К. Наурозбаева

В.А. Лобанов

## **ЖЫЛДЫҢ СУЫҚ МЕРЗІМІНДЕ СОЛТҮСТІК ЖӘНЕ ОРТА КАСПИЙ ТЕҢІЗІНІҢ ЖЕЛ РЕЖИМІНДЕ ӨЗГЕРІСТЕРІ**

**Түйін сөздер:** Каспий теңізі, жел режимі, желдің жылдамдығы мен бағыты, желдің максималды жылдамдығы

*Жылдың суық кезеңіне арналған Солтүстік және Орта Каспий теңізінің жел режимін зерттеу жүргізілді. Пешной станция бойынша 1945 жылдан 2019 жылға дейін желдің жылдамдығы мен бағыты туралы мәліметтер жиналған, Құлалы арал, Форт-Шевченко және Ақтау бойынша 1983 және 1993 жылдан 2019 жылға дейін мәліметтер жиналған. Уақыт қатарларын модельдеу және зерттеу әдістемесі орташа мәннің уақыт өзгеруін бағалауға негізделген және осы мақсат үшін уақыт қатарлары екі типтегі модельдермен жуықталды: стационарлық үлгі және стационарлық емес орташа модель. Зерттеу нәтижелері бойынша батыс желдің бағыты жиілігі артады. Желдің максималды жылдамдығы төмендеді.*

Zh.K. Naurozbayeva, V.A. Lobanov

## **CHANGE OF WIND REGIME IN THE NORTHERN AND MIDDLE CASPIAN SEA FOR THE COLD SEASONS**

**Key words:** Caspian Sea, wind regime, wind speed and direction, maximum wind speed

*In this paper was researched wind regime of the North and Middle Caspian Sea for the cold season. Wind speed and direction data collected from 1945 to 2019 by the Peshnoy station, since 1983 and 1993 to 2019 by Kulaly island, Fort-Shevchenko and Aktau stations. The methodology for modeling and researching time series was based on assessing the change in time of the mean value, and for this purpose the time series were approximated by models of two types: a stationary sample and a non-stationary mean model. According to the results of the research, the frequency of the winds of the western points is increasing. The maximum wind speeds have become lower.*

УДК 910.3:581.5 (574)

Канд. с.-х. наук

Т.К. Салихов<sup>1</sup>  
Т.С. Салихова<sup>1</sup>**ИССЛЕДОВАНИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА АКТАУСКОГО СЕЛЬСКОГО ОКРУГА ЗАПАДНО-КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ**

**Ключевые слова:** растительный покров, сообщества растений, фитоценозы, биоразнообразии, флора, местообитание, экосистема, степень антропогенной нарушенности, сельский округ

*Данная работа посвящена проблемам охраны окружающей среды Казахстана; приводятся результаты научного исследования, растительного покрова Актауского сельского округа Западно-Казахстанской области, где на основе экосистемного анализа изучены степные сообщества, которые отличаются значительными флористическими разнообразиями. В их составе наблюдаются фитоценозы, сложенные как типичными обитателями степей, так и растениями, находящимися на границе своего ареала. Растительность данной территории представляет собой естественные кормовые угодья, произрастающие на пастбищах и сенокосах, разнообразные по своим кормовым свойствам и по сезонности использования, данные растительные сообщества позволяют получать корма высокой питательной ценности почти в течение всего года. На исследуемой территории наблюдаются некоторые последствия от антропогенного воздействия. Перевыпас скота имеет место непосредственно рядом с населенными пунктами. Практически все виды хозяйственной деятельности приводят к тем или иным нарушениям пространственной структуры или организации экосистем.*

Проблема эффективности использования земель в сельском хозяйстве весьма актуальна. Для оценки процессов, происходящих в аграрном землепользовании, выявлению недостатков и возможностей необходим систематический анализ его эколого-экономической эффективности. Анализ основывается на исследовании показателей эколого-экономических выгод, ущерба и затрат, которые определяют комплексный показатель –

---

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

эколого-экономическую эффективность использования сельскохозяйственных земель [8].

Сохранение биологического разнообразия экологических систем, уникальных природных комплексов, объектов природно-заповедного фонда, культурного и природного наследия Республики Казахстан – одна из важных задач государства на современном этапе. В целях сохранения и восстановления биологического разнообразия и естественных экологических систем Постановлением Правительства Республики Казахстан одобрена «Концепция развития и размещения особо охраняемых природных территорий Республики Казахстан до 2030 г.», направленная на сохранение биологического разнообразия, определенная настоящей концепцией – это прежде всего сохранение всего многообразия микроорганизмов, растительного и животного мира, а также естественных экологических систем, недопущение их потерь в результате хозяйственной и иной деятельности [9].

Природные территории должны быть защищены от различных рисков, таких, как загрязнение, отравление растений, наличие опасных, диких животных и др. Все природные ресурсы, являясь носителями энергии и информации, выступают в роли туристско-рекреационных ресурсов широкого диапазона. Наличие природных ресурсов является первым условием размещения производительных сил на территории региона. Количество, качество и сочетание ресурсов определяют природно-ресурсный потенциал территории, который является важным фактором размещения населения и хозяйственной деятельности. Природно-ресурсный потенциал сферы туристско-рекреационных услуг оказывает влияние на ее рыночную специализацию и место в территориальном разделении труда.

Цель исследований – изучение современного состояния растительного покрова на территории Актауского сельского округа Западно-Казахстанской области.

В комплексе проведены геоботанические, флористические и экосистемные исследования на территории Алмазненского сельского округа Западно-Казахстанской области с использованием общепринятых методик [1...4, 7, 10, 15]. Изучены места обитания ключевых видов растений, оценка воздействия негативных факторов на биологическое разнообразие.

**Результаты исследования.** Территория растительного покрова Актауского сельского округа Западно-Казахстанской области расположена в степной природной зоне: (подзона полукустарничково-дерновиннозлаковых опустыненных степей на темно-каштановых почвах).

Степные сообщества отличаются значительными флористическими разнообразиями. В их составе приходится наблюдать фитоценозы, сложенные как типичными обитателями степей, так и растениями, находящимися на границе своего ареала. Их растительный покров имеет черты, характерные для этой подзоны – в нем доминируют дерновинные злаки (*Stipa sarentana*, *Festuca valesiaca*, *Agropyron desertorum*), и с большим обилием встречаются полукустарнички (*Artemisia lerchiana*, *Artemisia pauciflora*, *Kochia prostrata*) [6, 11, 12, 13]. Помимо этого, растительный покров изучаемой территории характеризуется комплексностью почв, и распространением галофитных сообществ, отличающихся высоким разнообразием.

Наши полевые исследования дополняют данные новым фактическим материалом. При проведении полевых работ использовались общепринятые и утвержденные методики геоботанических исследований.

Территория растительного покрова Актауского сельского округа Западно-Казахстанской области расположена в степной зоне, в подзоне северных пустынь с континентально-засушливым климатом и недостаточным увлажнением. Неравномерное выпадение осадков, низкая относительная влажность воздуха, большое колебание температур, поздние заморозки, сильная ветровая деятельность – все это обуславливает формирование ксерофильных растительных группировок.

Территория слабо расчленена системой балок, оврагов и их многочисленными отвершками. Балки и овраги тянутся с севера на юг и они являются притоками реки Ащы. Почвообразующие породы относятся к четвертичным отложениям континентального происхождения и представлены желто-бурыми карбонатными глинами и тяжелыми суглинками. Почвообразующими породами по днищам балок и оврагов являются аллювиальные отложения.

Закономерности распределения растительного покрова на территории выглядят следующим образом:

Доминирующими являются растительные сообщества с преобладанием дерновинных узколистных злаков. Растения степных сообществ приурочены к темно-каштановым суглинистым почвам. В растительном покрове преобладают дерновинные злаки, среди них доминантами являются ковыль волосатик (*Stipa capillata* L.), ковыль Лессинга (*S. lessingiana* Trin. & Rupr.), овсяница валисская (*Festuca valesiaca* Gaudin).

Во влажные годы очень обилён мятлик луковичный на солонцах микроповышений и каштановых почвах микросклонов. По характеру

рельефа территория обследования представляет собой волнистую равнину, иногда изрезанную саями. Недостаточное количество осадков является препятствием для земледелия, хотя пригодных по рельефу и почвенным условиям участков довольно много. Наиболее распространенными степными сообществами на равнине являются: типчаково-злаковые, типчаково-полынные и житняково-злаковые сообщества. На залежах выделяются житняковые сообщества с субдоминантом – полынью австрийской (*Artemisia austriaca* (Yacq.)). Здесь к темно-каштановым и каштановым почвам приурочены ковыльковые формации с небогатым степным разнотравьем. Наиболее часты тырсово-ковыльковые (*Stipa lessingiana*, *S. capitata*), типчаково-ковыльковые (*S. lessingiana*, *Festuca valesiaca*) сообщества. На каштановых сильно солонцевато-солончаковых почвах встречаются отдельными небольшими фрагментами формации грудницы мохнатой (*Crinitaria villosa*). Они представлены типчаково-грудницевыми (*Crinitaria villosa*, *Festuca valesiaca*), караганово-ромашково-грудницевыми (*Crinitaria villosa*, *Tanacetum achilleifolium* (Bieb.) Sch. Bip, *Caragana frutex* (L.) C. Koch) сообществами. В сложении растительных сообществ так же участвуют *Agropyron cristatum* (L.) Beauv., *Artemisia. lerchiana* Web. ex Stechm. Среди обильного красочного разнотравья отмечены *Dianthus leptopetalus* Willd., *Filipendula vulgaris* Moench, *Fritillaria meleagroides* Patrin ex Schult. et Schult. fil., *Galium verum* L., *Matricaria perforata* Merat, *Medicago falcata* L., *Salvia stepposa* Shost., *S. tesquicola* Klok. et Pobed., *Trifolium arvense* L., *T. medium* L., *T. montanum* L., *Vicia cracca* L., *Verbascum lychnitis* L., ряд эфемероидов *Adonis wolgensis* Stev., *Gagea lutea* (L.) Ker Gawl., *G. minima* (L.) Ker-Gawl., *G. pusilla* (F.W. Schmidt) Schult. et Schult. fil., *Iris pumila* L., *Tulipa schrenkii* Regel, *T. biebersteiniana* Schult. et Schult. Fil и другие виды.

Довольно широкое распространение получили злаковые закустаренные таволгой сообщества. Встречаются они по равнине на темно-каштановых суглинистых почвах и по пониженным элементам рельефа на лугово-каштановых почвах. В северной и центральной частях территории выделяются заросли кустарников бобовника (*Amygdalus nana*), таволог (*Spiraea crenata*, *S. hypericifolia*) и караганы (*Caragana frutex*).

На темно-каштановых почвах и солонцах степных по равнине на интенсивно используемых участках часто встречаются лерхополынно- и австрийскополынные сообщества. По мере стравливания и выбивания скотом в растительных сообществах преобладает полынь австрийская (*Artemisia austriaca*). Лерхополынные и лерхополынно-злаковые сообщества распространены на солонцах степных и каштановых почвах. На интенсив-

но используемых участках распространены лерхопопынно-мятликовые и лерхопопынно-эфемеровые сообщества.

На солонцах встречаются ромашниково-чернопопынные и ромашниково-однопестичнопопынные сообщества. На солонцах растительность представлена *Artemisia lerchiana*, *Tanacetum achilleifolium*, *Tanacetum mellifolium* (L.) Tzvel. и другими видами.

Ромашниковые сообщества на солонцах степных распространены мелкими пятнами среди злаковой растительности. В восточной и южной частях территории распространены солончаки соровые. Они занимают пониженные формы рельефа. Узкой полосой по краям соров растут сарсазан шишковатый, лебеда бородавчатая, бескильница длинночешуйчатая. Иногда сарсазаном зарастают довольно большие площади соровых солончаков. Образуются, так называемые, бугристые солончаки. В дальнейшем эти бугры оседают, уплотняются и из них появляются ряд других солончаковых растений: лебеда бородавчатая, кермек полукустарниковый, сведа вздутоплодная.

На солончаках луговых распространены лебедовые и бескильницевые сообщества, связанные с присоровыми местообитаниями. Местами наблюдается диффузное участие этих сообществ в поясе, образуемом кокпечниками. Также сообщества бескильницы и лебеды встречаются на понижениях слабо дренированных водоразделов. Соры, как правило, окружены кокпечковыми, биюргуновыми, сведовыми сообществами на солонцах степных. На прибрежно-присоровых местообитаниях формируются сведово-чернопопынные, чернопопынно-камфоросмовые, изеневе-чернопопынные, чернопопынно-кокпечковые сообщества. Сведа вздутоплодная и биюргун почти не образуют самостоятельных массивов, ее сообщества чаще бывают диффузно вкраплены в нижние части кокпечкового пояса, местами в сарсазанники. Кокпечники, в отличие от сведы и биюргуна, занимают довольно большие площади.

В котловине оз. Сорколь за счет засоления ее днища встречаются растительные сообщества, сложенные видами облигатных галофитов из семейства маревые, или лебедовые (*Chenopodiaceae*) – растений, приспособленных к жизни на солончаках. Типичным галофитом, довольно широко распространенным на территории, является солерос европейский *Salicornia europaea* L. – однолетнее травянистое суккулентное растение, имеющее водозапасающую ткань в стебле. Прорастание семян солероса часто начинается весной под водой, когда соответствующий участок по-

верхности котловины еще покрыт слоем соленой воды глубиной до 0,5 м. Побег солероса европейского прямые или распростертые, членистые, сочные, супротивно ветвящиеся, несут сильно редуцированные и почти не заметные листья. К осени растения солероса обычно сильно краснеют.

В составе солеросовых сообществ, совместно с этим доминирующим видом, встречаются сведа вздутоплодная *Suaeda physophora* (Pall), сведа заостренная *Sweda acuminata* (S.A.Meyer) Moq. – однолетние травянистые растения с прямостоячими стеблями, также как и солерос, краснеющие к осени. Очень своеобразное солончаковое сообщество формируют два доминирующих вида многолетников – лебеда бородавчатая и сарсазан шишковатый.

Лебеда бородавчатая *Atriplex verrucifera* Vieb. – довольно обычный вид на юге территории. Это низкий кустарничек с распростертыми деревянистыми многолетними побегами, образующими травянистые однолетние стебли с овально-яйцевидными серовато-зелеными листьями. Другой доминирующий компонент этого сообщества – сарсазан шишковатый *Halocnemum strobilaceum* (Pallas) Vieb. Сарсазан шишковатый – полукустарник или небольшой кустарничек, который образует распростертые густые обильно ветвящиеся побеги, покрытые растрескивающейся сероватой корой. Побеги текущего года у сарсазана шишковатого цилиндрические, сочные, членистые, зелёные, несут листья в виде супротивно расположенных мелких, почти щитковидных чешуек.

Совместно с сарсазаном шишковатым в галофитных фитоценозах котловины оз. Сорколь встречается офайстон однотычинковый *Ofaiston monandrum* (Pallas) Moq. – однолетний травянистый листовой суккулент. В качестве ассектаторов, имеющих подчиненное значение, также в состав таких сообществ входят, ранее указанные, виды маревых (лебедовых): солерос европейский, сведа вздутоплодная, сведа заостренная.

По верхнему краю склонов озерной террасы на нарушенных почвенных поверхностях, обычно по окраине остепненных злаково-разнотравно-солодковых лугов, встречаются одиночные экземпляры селитрянки Шобера *Nitraria schoberi* L. Это раскидисто-ветвистый кустарник более 1 м высотой с беловато-серой корой, продолговато-лопатчатыми листьями и беловатыми цветками, которые после цветения развиваются в красно-черные плоды – костянки. Селитрянка Шобера – представитель семейства селитрянковые (*Nitrariaceae*) является очень редким в регионе растением и относится к мониторинговым видам территории. У оз. Сорколь, на равнине с выраженным микрорельефом, распространены

мятликово-белополынно-кокпековые сообщества. В составе данного сообщества отмечается 16 видов растений. Основной фон создают кокпек и белая полынь, аспект желтозеленый. В лерхополынных сообществах в качестве содоминирующих видов принимают участие эфемероидный злак *Poa bulbosa*, полукустарничек *Kochia prostrata*, *Tanacetum achilleifolium*; обильны гемиэфемероиды (*Ferula caspica*; *Prangos odontalgica*), эфемероиды (*Tulipa biebersteiniana*, *T. biflora*, *Gagea bulbifera*), однолетники (*Alyssum turkestanicum*, *Ceratocephala testiculata*, *Lepidium perfoliatum*, *Filago arvensis*, виды рода *Petrosimonia*). Жизненное состояние растений в большей степени хорошее. На днищах сора Сорколь на такырообразных мокрых солончаках распространены сарсазанники. Экологический ряд, начиная от равнины, представлен следующими сообществами: мятликово-белополынно-тырсовое сообщество, муртуково-солянковые сообщества, мятликово-белополынно-кокпековое сообщество, разнотравно-кермеково-пустынно-житняковые сообщества на склонах, разнотравно-тырсово-тавлоговые сообщества по логам и солеросово-сарсазановые сообщества по окраинам соров.

Наибольшее видовое разнообразие располагается в логах и овражках, идущих к ссорам, в связи с их дополнительным увлажнением. По логам и окраинам обрывов распространена древесно-кустарниковая растительность – лох серебристый (*Elaeagnus commutata*), таволга зверобоелистная (*Spiraea hypericifolia* L.), жостер слабительный (*Rhamnus cathartica* L.), гребенщик (*Tamarix ramosissima*), ива каспийская (*Salix caspica*).

На поверхности почвы отмечены накипные лишайники – *Diploshistes scruposus*, *Acarospora schleicheri*, местами образуют аспект зеленые лишайники – *Parmelia vagans*, *Parmelia ryssolea*. По логам и склонам отмечены дождевые грибы – феллориния шишковатая (*Phellorinia strobilina*), звездовик черноголовый (*Trichaster melanocephalus*) и миценаструм толстокожий (*Mycenastrum corium*).

Понижения и днища балок заняты луговой растительностью – *Bromus inermis* (Leys), *Poa pratensis* L. Из разнотравья здесь преобладают *Vicia cracca*, *Tanacetum achilleifolium*, *Thimus marschallianus* Wiulld., *Salvia pratensis* L., *Potentilla bifurca* L., *P. argentea* L. и другие виды.

На луговых почвах встречаются пырейно-осоково-полынные и кощерецовые сообщества. На лугово-болотных почвах получили распространение тростниковые и пырейно-осоковые сообщества. Эти сообщества распространены в долине реки Куагаш и по западинам на равнине. Луго-

вой тип растительности встречается на лугово-каштановых и луговых засоленных и нормальных почвах.

В долине реки Ащы, кроме пырейных сообществ, встречаются осоковые и клубнекамышевые по западинам, но площадь их незначительная. Они представляют собой болота, но осенью, когда почва подсыхает, выкашиваются на сено.

По всей территории на равнине разбросаны лопатины (западины) с почвами лугового ряда. Западины представляют собой округлые, блюдцеобразные понижения различных размеров. Скапливая талые воды, ранней весной, такие западины превращаются в озера. Поэтому не удивительно, что в сухих степях, где фактор влаги является решающим, растительность понижений резко отличается по составу и характеру роста, отчетливо выделяясь своей пышной зеленью среди степных сообществ. На них преобладают пырейные сообщества. На лугово-каштановых почвах в более мелких понижениях присутствуют житняк гребневидный, овсяница валлийская, ковыль-волосатик. От окружающих злаковых сообществ на каштановых почвах они отличаются более яркой зеленью. Несмотря на свои малые размеры, такие понижения отчетливо выделяются на фоне чернополынных сообществ.

Растительность на каштановых глинистых и тяжелосуглинистых солонцеватых зональных почвах представлена белопопынно-ромашниково-луковично-мятликово-ковылково-типчачковыми сообществами. Впрочем, подобных участков очень мало – не более 1 %. Доминируют трехчленные пустынно-степные комплексы с солонцами на микроповышениях.

В пределах микроповышений формируются довольно разнообразные по растительности фации: от камфоросмово-попынных с участием прутняка и эфемеров на корковых солонцах до острецово-чернопопынных и солончаково-попынных с ковылком, кермеком и эфемерами на солонцах. В микрозападинах присутствуют разнотравно-пырейно-типчачково-тонконоговые ассоциации на лугово-каштановых почвах. В западинах встречаются богаторазнотравно-узколистномятликово-ковыльные ассоциации на мощных лугово-каштановых почвах, иногда в комплексе с солонцами. На лиманах господствуют попынково-пырейные комплексы с участием солодки на луговых и лугово-каштановых почвах.

Кроме особенностей почвенного покрова и рельефа, условий увлажнения, на закономерности распределения растительности влияние оказывает и антропогенный фактор.

Большое влияние на формирование современного растительного покрова на территории оказал интенсивный выпас скота, который, как правило, начинается ранней весной и заканчивается поздней осенью. Значительные площади экосистем территории, в результате интенсивного и бессистемного пастбищного использования, сбиты, засорены ядовитыми (итсегек, дескурения), плохо поедаемыми (полынь австрийская) растениями.

Широкому распространению сорных растений способствовал бессистемный выбор пастбищных участков под летние загоны и стоянки. Почти ежегодно менялись их местонахождения, в результате чего сейчас полезная площадь пастбищ значительно снизилась. Луговые сообщества используются под сенокосение. На некоторых участках осенью и ранней весной выпасается скот. Такое неумеренное использование луговых травостоев породило лебедовый сбой, образованные лебедой татарской и эфемеровыми группировками, дескуренией и мятликом [5].

На территории сохранились редкие в степных просторах природные комплексы, которые служат убежищем для многих исчезающих видов растений и животных. Территория значима для многих видов животных, так как на данной территории сохранились важные естественные кормовые угодья, произрастающие на пастбищах, разнообразные по своим кормовым свойствам и по сезонности использования, данные растительные сообщества позволяют получать корма высокой питательной ценности почти в течение всего года.

На исследуемой территории наблюдаются некоторые последствия от антропогенного воздействия. Практически все виды хозяйственной деятельности приводят к тем или иным нарушениям пространственной структуры или организации экосистем.

Пески на юге исследуемой территории, отложенные водой в четвертичное время, были перевеяны, а затем, более или менее заросли, образовав характерные формы с мягкими очертаниями бугров и котловин. Выгодное географическое положение песков, разнообразие животного мира и растительности (древесно-кустарниковой, пастбищной и сенокосной), близкие грунтовые пресные воды с древних времен привлекали к ним человека. Шло интенсивное уничтожение древесной и травянистой растительности. Чрезмерный перевыпас совместно с мощной ветровой эрозией разрушили созданный рельеф, сформировав бугристо-барханную форму рельефа. Возникла потребность закрепления песков. С этой целью в конце прошлого столетия здесь был организован лесхоз, который занимался разведением древесных насаждений.

Песчаные массивы используются в качестве пастбищ. В настоящее время все типы слабозакрепленных песков, из-за отсутствия или сильного ослабления пастбищного режима эксплуатации, переходят в закрепленные при процессе выравнивания их поверхности ветром.

На уровне растительного покрова различают обычно три степени антропогенной нарушенности экосистем: слабую, среднюю и сильную.

При слабой степени отмечается фоновое состояние или слабая деградация: растительный покров практически остается ненарушенным, сохраняется флористическая полночленность и доминантный состав растительных сообществ.

Средняя степень деградации сопровождается изменениями состава и структуры сообществ, доминирующую роль наряду с коренными, приобретают синантропные и рудеральные, в том числе непоедаемые виды растений. В растительном покрове преобладают антропогенно-производные сообщества.

Сильная степень деградации почвенно-растительного покрова проявляется локально и отмечается вокруг населенных пунктов, стоянок скота, по скотопрогонным тропам. Она выражается упрощением состава и структуры растительных сообществ, а в крайних случаях – до их полного уничтожения.

В зависимости от характера антропогенного воздействия возникают изменения и в почвенном покрове. Деградация проявляется в полном или частичном уничтожении почвенного профиля, нарушении мощности генетических горизонтов; изменении физических и химических свойств почв; нарушении температурного, воздушного и водного режимов почв.

Для большинства редких и исчезающих видов растений основным неблагоприятным фактором является сокращение пригодных мест обитания в результате перевыпаса. Отрицательно на них влияет вытаптывание растений и уплотнение почвы при выпасе скота. Необходима экологическая реставрация степных ландшафтов, в том числе восстановление типичных степных и кустарниковых экосистем, байрачных, колочных и пойменных лесов, водно-болотных угодий (закрепление развеваемых песков исследуемой территории).

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алехин В.В. Методика полевого изучения растительности и флоры. – М.: Наркомпрос, 1938. – 208 с.

2. Андриюшенко О.Н. Естественно-исторические районы Прикаспийской низменности (Междуречье Волга-Урал) // Тр. геогр. фак. Белорус. ун-та. Минск, 1958. – С. 137-219.
3. Дарбаева Т.Е. Конспект флоры меловых возвышенностей Северо-Западного Казахстана. – Уральск, 2002. – 131 с.
4. Дарбаева Т.Е., Утаубаева А.У., Цыганкова Т.А. Растительный мир Западно-Казахстанской области. – Уральск, 2003. – 92 с.
5. Иванов В.В. Степи Западного Казахстана в связи с динамикой их покрова. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1958. – 288 с.
6. Лавренко Е.М. Степи Евроазиатской степной области, их география, динамика и история // Вопросы ботаники. М.-Л.: изд-во АН СССР. – 1954. – Вып. 1. – С. 155-191.
7. Методические указания по ведению Летописи природы в особо охраняемых природных территориях со статусом юридического лица. Утвержденные Комитетом лесного и охотничьего хозяйства Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан от 18 апреля 2007 года. – № 156.
8. Петренко А.З., Джубанов А.А., Фартушина М.М. и др. Природно-ресурсный потенциал и проектируемые объекты заповедного фонда Западно-Казахстанской области. – Уральск: ЗКГУ, 1998. – 176 с.
9. Постановление Правительства Республики Казахстан от 10 ноября 2000 года № 1692 "О Концепции развития и размещения особо охраняемых природных территорий Республики Казахстан до 2030 года".
10. Салихов Т.К. Эколого-географическая оценка территории Чингирлауского района Западно-Казахстанской области: монография / Т.К. Салихов. – Астана: Идеал-НС, 2020. – 183 с.
11. Сафронова И.Н. О зональном разделении растительного покрова междуречья Волга-Урал // Ботан. журн. – 1975. – Т. 60. – №6. – С. 823-831.
12. Сафронова И.Н. Современное состояние опустыненных степей Поволжья // Биоресурсы и биоразнообразие экосистем Поволжья: прошлое, настоящее, будущее. Материалы Междунар. совещ. – Саратов: Сарат. гос. ун-т, 2005. – С. 96-97.
13. Сафронова И.Н. Характеристика растительности Палласовского района Волгоградской области // Биоразнообразие и проблемы природопользования в Приэльтонье. – Волгоград, 2006. – С. 5-9.
14. Чибилев А.А. Приграничные Российско-Казахстанские ландшафтные трансекты как элементы макрорегиональной экологической сети Северной Евразии. // Вопросы степеведения. – Оренбург, 1999. – С. 13-20.

15. Salikhov T.K., Karagoishin Zh.M. and others. Geocological assessment of the projected State Nature Reserve 'Bokeyorda' in West Kazakhstan Region // Oxidation Communications. – 2016. – № 39 (4). – С. 3579-3590.

Поступила 28.10.2020

А.- шар. ғылымд. канд. Т.Қ. Салихов  
Т.С. Салихова

### **БАТЫС ҚАЗАҚСТАН ОБЛЫСЫ АҚТАУ АУЫЛДЫҚ ОКРУГІНІҢ ӨСІМДІК ЖАМЫЛҒЫСЫН ЗЕРТТЕУ**

**Түйін сөздер:** өсімдік жамылғысы, өсімдік қауымдастығы, фитоценоз, биоәртүрлілік, флора, тіршілік ету ортасы, экожүйе, антропогендік бұзылу дәрежесі, ауылдық округ

*Бұл жұмыс Қазақстандағы қоршаған ортаны қорғау мәселелеріне байланысты Батыс Қазақстан облысы Ақтау ауылдық округінің өсімдік жамылғысы зерттелген, мұнда экожүйені талдау негізінде дала қауымдастықтары зерттелген, олар айтарлықтай флористикалық алуан түрлілігімен ерекшеленеді. Олардың құрамында даланың типтік тұрғындарынан да, олардың таралу аймағында орналасқан өсімдіктерден тұратын фитоценоздарды байқауға тура келеді. Бұл аумақтың өсімдік жамылғысы жайылымдар мен шабындықтарда өсетін табиғи мал азықтық жерлерін сақтады, олардың жемшөп қасиеттері мен маусымдық пайдалануы әр түрлі, бұл өсімдік қауымдастықтары жыл бойына жоғары құнды мал азық алуға мүмкіндік береді. Зерттеу аймағында антропогендік әсердің кейбір салдары бар. Малдың шектен тыс жайылуы тікелей елді мекендердің маңында жүреді. Шаруашылық қызметтің барлық түрлері дерлік экожүйелердің кеңістіктік құрылымын немесе ұйымдастырылуын бұзуға алып келеді.*

T.K. Salikhov, T.S. Salikhova

### **RESEARCH OF THE VEGETABLE COVER OF AKTAU RURAL DISTRICT OF WEST KAZAKHSTAN REGION**

**Key words:** vegetation cover, plant communities, phytocenoses, biodiversity, flora, habitat, ecosystem, degree of anthropogenic disturbance, rural district

*This work is devoted to the problems of environmental protection in Kazakhstan, where the results of a scientific study are presented, in*

*which the vegetation cover of the Aktau rural district of the West Kazakhstan region was studied, where, on the basis of ecosystem analysis, steppe communities were studied, which are distinguished by significant floristic diversity. In their composition, one has to observe phytocenoses, composed of both typical inhabitants of the steppes and plants located on the border of their range. The vegetation of this territory has preserved natural forage lands growing on pastures and hayfields, diverse in their forage properties and seasonality of use, these plant communities allow receiving forage of high nutritional value almost throughout the year. In the study area, some consequences of anthropogenic impact are observed. Overgrazing of livestock takes place directly near the settlements. Almost all types of economic activities lead to some kind of violation of the spatial structure or organization of ecosystems.*

ӘӨЖ 911.8 (574)

Ғ.Ж. Бекболатов<sup>1</sup>Техн.ғылымд.канд., проф. А. Төленов<sup>1</sup>Техн.ғылымд.канд., доц. А.Ә. Болысбек<sup>1</sup>Техн.ғылымд.канд., проф. Ә.Т. Мейірбеков<sup>2</sup>

## ШЫМКЕНТ ҚАЛАСЫ БОЙЫНША АТМОСФЕРАЛЫҚ АУАНЫҢ ЛАСТАНУ ЖАҒДАЙЫ

**Түйін сөздер:** атмосфералық ауа, ластану, мониторинг, пайдаланылған газ, қалқыма бөлшектер, шоғыр, автокөлік, денсаулық

*Статистикалық мәліметтерді қолдана отырып, Шымкент қаласы бойынша 2016...2019 жылдардағы атмосфералық ауанының зиянды қоспалармен ластану деңгейіне талдаулар жүргізілді. Талдауларға адам денсаулығына және қоршаған табиғи ортаға зияны жоғары қоспалар алынып, олардың соңғы төрт жылдағы және өткен 2019 жылдың айлары бойынша өзгеру динамикасы зерттелді. Азот диоксидінің орташа тәуліктік шоғыры соңғы жылдарда едәуір артқанын және оның мәні нормативтік мәннен үнемі жоғары екендігі анықталды. Сонымен бірге формальдегидтің де мөлшерінің артқаны анықталды, бұл зат негізінен автокөліктердің пайдаланылған газдарынан тарайды, ол адамның тыныс алу жолдарына, көзге және теріге аса зиянды болып табылады және адамның жүйке жүйесін зақымдайды. Талдаулар нәтижелері Шымкент қаласының атмосфералық ауасының ластануының жағдайына ерекше көңіл бөлу қажеттілігін айқындайды.*

**Кіріспе.** Адамдардың денсаулығы мен өміріне экологиялық өзгерістердің қазіргі заманғы қарқын алу деңгейі шын мәнінде үлкен қауіп-қатер келтіріп отыр. Бұл ретте, елімізде бүгінгі күні қалыптасып отырған қолайсыз экологиялық ақуалды айтпағанның өзінде, жағдайдың жақсаруының немесе тіпті тұрақталуының орнына, төмендеп бара

<sup>1</sup>Южно-Казахстанский университет им. Ауэзова, г. Шымкент, Казахстан

<sup>2</sup>Международный казахско-турецкий университет им. Х.А. Ясави, г. Туркестан, Казахстан

жатқанын атап өту керек. Сыртқы факторлардың зиянды әсерлерінің қарқындылығының өсу жылдамдығы тірі жүйелердің өмір сүру ортасына биологиялық бейімделу жылдамдығының деңгейінен артып кеткен. Қоршаған ортаның, әсіресе мегаполистер мен өндіріс орталықтарындағы жағдайының нашарлауының негізгі себептеріне тұрақты ластау көздерінен бөлек, іштен жану қозғалтқыштары орнатылған автокөлік құралдары санының күрт өсуі жатады [1, 2, 4].

Қазақстанның көптеген қалаларында  $PM_{10}$ ,  $PM_{2,5}$  қалқыма бөлшектерінің атмосферада болуы Дүние жүзілік денсаулық сақтау ұйымы (ДДҰ) мен Европалық одақта (ЕО) белгіленген орташа жылдық деңгейінің нормативтік мәндерінен асып түсті. Бұл әсіресе «2030 жылға дейінгі кезеңге арналған тұрақты даму саласындағы күн тәртібінің» 11,6-міндетін, қалалардың жан басына шаққанда кері экологиялық әсеріне байланысты және ауаның ластануы нәтижесінде өлім мен ауру жағдайларының санын қысқартуға байланысты 3,9-міндетін Қазақстан үшін өзекті етеді [12].

Еліміздегі стационарлық көздерден  $CO_2$  шығарылымдыларының 40 % және  $NO_x$  шығарылымдыларының 60 % электр станцияларының үлесіне тиеді. Электр станцияларынан  $CO_2$ ,  $NO_x$  және қатты бөлшектер шығарылымдыларының жоғары деңгейін отынды жағу технологияларын жақсартумен және  $NO_x$ -н жою үшін селективті каталитикалық қалпына келтірумен немесе тұзсыздандыру және шаңсыздандыру үшін тиісті жабдықты орнату есебінен көмірден табиғи газға көшу жолымен төмендетуге болады [11].

Қазіргі уақытта Қазақстанда жылу-энергетикалық станцияларындағы отын жағатын ірі қондырғылар үшін шығарылымдылардың нормативтері ЕО талаптарына қарағанда әлдеқайда қатаң болып табылады. Бұдан басқа, Қазақстанда қолданыстағы және жаңа қондырғылар үшін шығарылымдылардың әртүрлі әрекеттегі нормативтері іс-жүзінде пайдаланылады. Олар жаңғырту жүргізілмейтін қолданыстағы қондырғылар үшін жеткілікті жұмсақ, оларды жаңғырту кезінде қолданыстағы қондырғылар үшін де, жаңа қондырғылар үшін де қатандығы жоғары болып табылады. Қолданыстағы қондырғылар эмиссиялардың ең төменгі нормативтеріне негізделген өтінімдер беруді және жаңа рұқсаттар алуды талап етеді.

Қазақстандағы көлік секторының үлесіне  $CO$  шығарылымдыларының 40 %-ға жуығы,  $NO_x$  шығарылымдыларының 17 %-ы, метан

емес ұшқыш органикалық қосылыстар (МЕҰОК) шығарылымдыларының 20 %-ы және қалқыма бөлшектер шығарылымдыларының шамамен 35 %-ы ( $PM_{2.5}$ ) келеді. Экологиялық таза отын өндіру үшін отандық мұнай өңдеу зауыттарын жаңғырту жөнінде шаралар қабылданды. Алайда автомобиль паркі ескірген (жеке жеңіл автокөлік паркінің 70 % жасы 10 жыл немесе одан да көп) [11].

**Материалдар мен әдістемелер.** Қазақстан Республикасының аумағында қоршаған ортаның жай-күйі туралы мемлекеттік органдарды, қоғам мен халықты ақпараттандыруға арналған және ластану деңгейінің өзгеруі болған тенденциясының есебінен, «Гидрометеорологиялық және экологиялық мониторингті дамыту» бюджеттік бағдарламасы, «Қоршаған орта жай-күйіне бақылау жүргізу» ішкі бағдарламасын орындау бойынша қоршаған ортаны қорғау саласындағы іс-шаралардың тиімділігін бағалауға мүмкіндік береді. Еліміздің аумағында атмосфералық ауа ластануының жай-күйін БҚ 52.04.667–2005 «Мемлекеттік органдарды, тұрғындар қоғамдастығын ақпараттандыру үшін қалалардың атмосфера ластануының жай-күйі жөніндегі құжатына» сәйкес стандартты индекс (СИ) және ең жоғары қайталанғыштық (ЕЖК) бойынша бағалау жүргізілді [8].

Шымкент қаласы бойынша атмосфералық ауаның ластануының жай-күйі 6 стационарлық және автоматтандырылған бақылау бекеттерінде алынған ауа сынамасының талдауы мен өңделу нәтижелері бойынша бағаланды (1-сурет, 1-кесте) [8].



Сур.1. Шымкент қаласының атмосфералық ауа ластануын бақылау стационарлық желісінің орналасу сызбасы. □ - стационарлық бекеттер, △ - автоматтандырылған бекеттер.

## Бақылау бекеттерінің орналасу орны мен анықталатын қоспалар

Сынаманы алу мерзімі және бақылау жүргізу әдісі	Бекеттің номері және орналасу мекен-жайы	Анықталатын шоғырлар
Тәулігіне 3 рет, сынаманы қолмен алу әдісі (дискреттік әдіс)	1-бекет, Абай даңғылы «Южполиметалл» АҚ	Қалқыма бөлшектер (шаң), күкірт диоксиді, көміртегі оксиді, азот диоксиді, формальдегид, кадмий, мыс, күшән, қорғасын, хром
Тәулігіне 3 рет, сынаманы қолмен алу әдісі (дискреттік әдіс)	2-бекет, Ордабасы алаңы, Қазыбек би көшесі мен Төле би көшесінің қиылысы	Қалқыма бөлшектер (шаң), күкірт диоксиді, көміртегі оксиді, азот диоксиді, формальдегид, аммиак, кадмий, мыс, күшән, қорғасын, хром
Тәулігіне 3 рет, сынаманы қолмен алу әдісі (дискреттік әдіс)	3-бекет, Алдиярова көшесі, нөмірсіз үй, «Шымкент-цемент» АҚ	Қалқыма бөлшектер (шаң), күкірт диоксиді, көміртегі оксиді, азот диоксиді, формальдегид, күкіртті сутегі
Тәулігіне 3 рет, сынаманы қолмен алу әдісі (дискреттік әдіс)	4-бекет, Сайрам көшесі 198, «Сыразауыты» ЖАҚ	Қалқыма бөлшектер (шаң), күкірт диоксиді, көміртегі оксиді, азот диоксиді, формальдегид, күкіртті сутегі, аммиак
20 минут сайын, үзіліссіз режимде	5-бекет, Самал-3 шағын ауданы	PM <sub>2,5</sub> және PM <sub>10</sub> қалқыма бөлшектері аммиак, азота диоксиді, азот оксиді, көміртегі оксиді, озон (жербеті)
20 минут сайын, үзіліссіз режимде	6-бекет, «Нұрсат» шағын ауданы	PM <sub>2,5</sub> және PM <sub>10</sub> қалқыма бөлшектері аммиак, азота диоксиді, азот оксиді, көміртегі оксиді, озон (жербеті)

Шымкент қаласында тұрғындардың денсаулығына кері әсер ететін

азот диоксиді, көміртегі оксиді, күкірт диоксиді, формальдегид, күкіртсутек, қалқымалы заттар, фенол, аммиак тәрізді ластағыштармен атмосфералық ауаның жоғары деңгейлерде ластануы – бұл:

1) қала көшелеріндегі көлік құралдарының қозғалыс қарқындылығының артуы әсерінен олардың дизель және бензин отындарын пайдалануынан көп мөлшерде бөлінетін азот диоксиді, көміртегі оксиді, органикалық қосылыстар атмосфералық ауаның ластануының негізгі көзі болып табылатындықтан, қаланың орны желдетілетін деңгейде орналасқанына қарамастан, көшелердегі кептелістердің атмосферада зиянды заттардың жиналуына ықпал етуінен болады;

2) қалада, қала маңында орналасқан өндіріс орындарынан отынның жануы кезіндегі бөлінетін зиянды заттардың болуынан және ондағы өндірістік үрдістің қоршаған ортаның ластануына жоғары деңгейде әсер ететіндей жүргізілуінен болады. Олардың қаланың ауа бассейніндегі таралуы қала ішінде, қала маңындағы елді мекендердің ауа сапасына айтарлықтай әсер етеді;

3) елді мекендердің атмосфералық кеңістігінің желдетілуі нашар болуы әсерінен ластаушы заттар атмосфераның жер бетіндегі қабатында жиналуы және олардың шоғырлануы өте жоғары деңгейде сақталып қалуынан болады.

**Зерттеу нәтижелері мен тұжырымдар.** Шымкент қаласында орналасқан тұрақты бақылау бекеттерінің деректері бойынша атмосфералық ауаның ластануы туралы 2019 жылғы қорытынды мәліметтері негізінде атмосфераның ластану индексі АЛИ = 7 (көтеріңкі деңгей), СИ = 4,2 (көтеріңкі деңгей) және ЕЖҚ = 1 % (көтеріңкі деңгей) құрайтыны анықталып, қаланың атмосфералық ауасының жалпы ластану деңгейі «көтеріңкі» болып бағаланды [8].

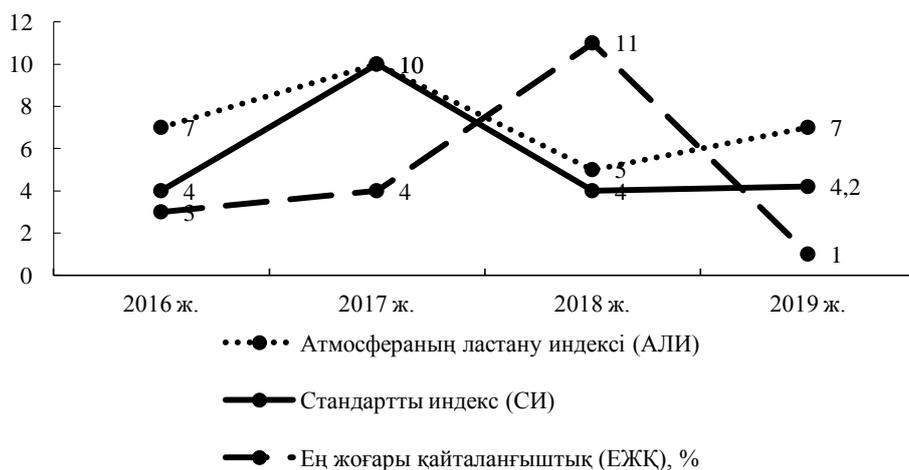
Елді мекендерде атмосфералық ауаның ластану деңгейі қоспалар шоғырларын шекті жол берілген қоспаның шоғырымен (ШЖШ-мен) ( $\text{мг}/\text{м}^3$ ,  $\text{мкг}/\text{м}^3$ ) салыстыру арқылы бағаланады. Өткен 2019 жылы Шымкент қаласы бойынша қалқыма бөлшектердің (шаң) орташа шоғыры  $1,8 \text{ ШЖШ}_{\text{о.т.}}$ , азот диоксиді –  $1,7 \text{ ШЖШ}_{\text{о.т.}}$ , формальдегид –  $2,8 \text{ ШЖШ}_{\text{о.т.}}$  құрап, мөлшерленген шамадан асса, басқа ластаушы заттардың шоғырлары ШЖШ-дан аспады [8].

Сонымен бірге, қала ішіндегі  $\text{PM}_{2,5}$  қалқыма бөлшектерінің максималды бір реттік шоғырлары –  $2,6 \text{ ШЖШ}_{\text{м.б.}}$ ,  $\text{PM}_{10}$  қалқыма

бөлшектерінің максималды бір реттік шоғырлары – 3,9 ШЖШ<sub>м.б.</sub>, көміртегі оксидінің максималды бір реттік шоғырлары – 3,8 ШЖШ<sub>м.б.</sub>, азот диоксидінің максималды бір реттік шоғырлары – 4,2 ШЖШ<sub>м.б.</sub>, азот оксидінің максималды бір реттік шоғырлары – 2,2 ШЖШ<sub>м.б.</sub>, озонның (жербеті) максималды бір реттік шоғырлары – 3,4 ШЖШ<sub>м.б.</sub>, аммиактың максималды бір реттік шоғырлары – 1,3 ШЖШ<sub>м.б.</sub> құрай отырып, мөлшерленген шамадан асса, басқа ластаушы заттардың шоғырлары ШЖШ-дан аспады. Шымкент қаласы бойынша 2019 жылы жоғары ластану (ЖЛ) және экстремалды жоғары ластану (ЭЖЛ) жағдайлары тіркелмеді [8].

Соңғы жылдардағы Шымкент қаласы бойынша «Атмосфераның ластану индексі», «Стандартты индекс», «Ең жоғары қайталанғыштық» мәндерінің өзгеру динамикасы 2-суретте келтірілді [5...8].

АЛИ, СИ,  
ЕЖҚ (%)

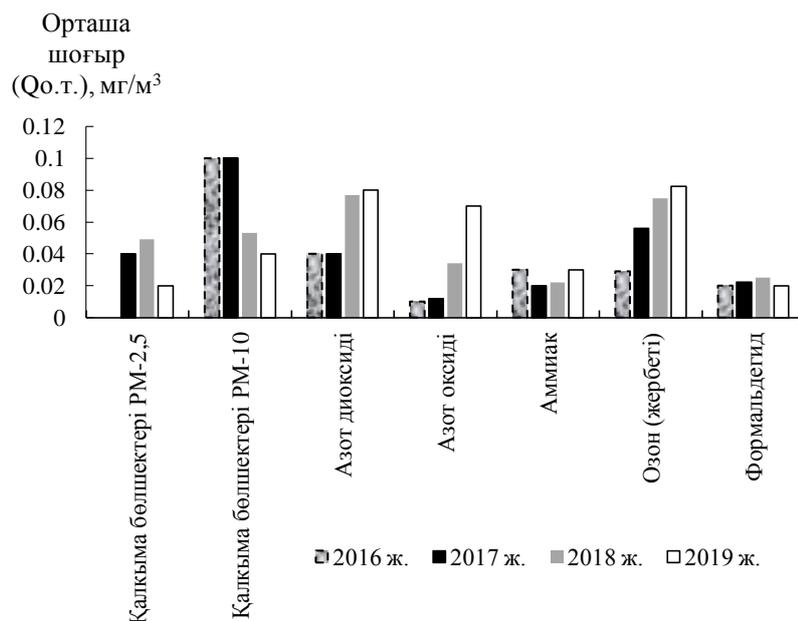


Сур. 2. Шымкент қаласы бойынша АЛИ, СИ және ЕЖҚ мәндерінің өзгеру динамикасы.

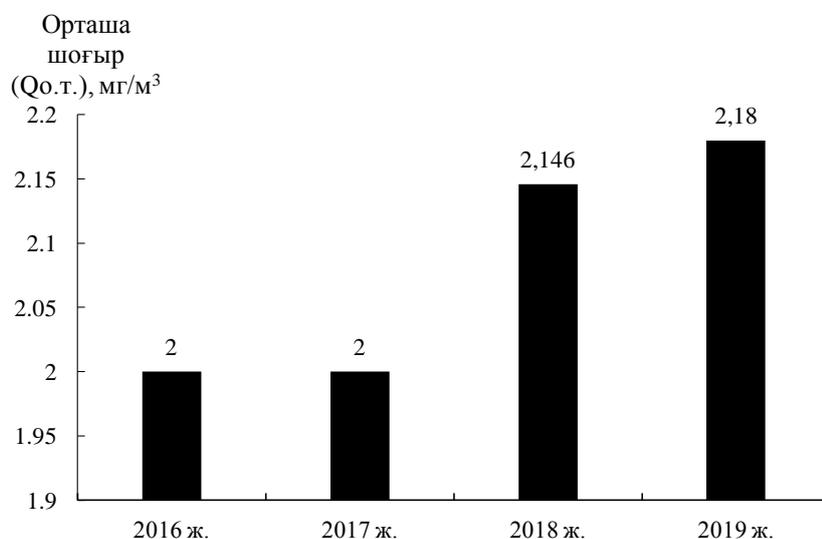
Талдау нәтижесі көрсеткендей, АЛИ және СИ мәндері соңғы төрт жылдың ішінде 2017 жылы ең жоғары мәніне жетіп, 2018 жылы төмендегенімен, 2019 жылы қайта жоғарылады.

3, 4-суреттерде Шымкент қаласы бойынша соңғы жылдардағы атмосфералық ауа құрамындағы зиянды қоспалардың орташа тәуліктік шоғырының (Qo.t.) өзгеру динамикасы келтірілді. Адам денсаулығына зияны жоғары болатын азот диоксидінің, аммиактың, формальдегидтің,

көміртегі оксидінің, озонның (жер бетілік) жылдық орташа тәуліктік шоғырының өсу динамикасы жылдан-жылға жоғарылаған [5...8].

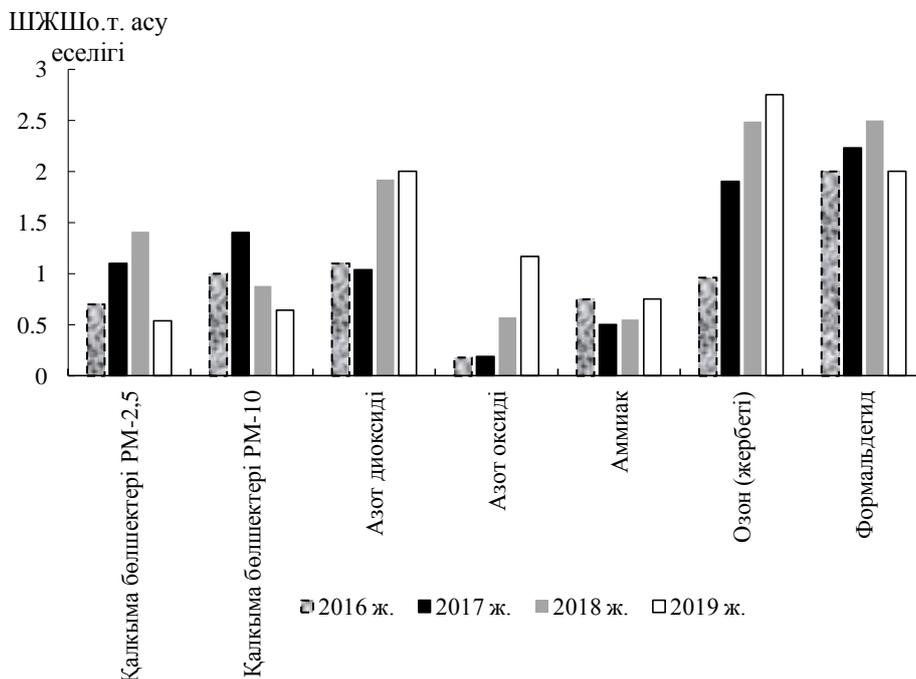


Сур.3. Шымкент қаласы бойынша атмосфералық ауа құрамындағы зиянды қоспалардың орташа тәуліктік шоғырының өзгеру динамикасы



Сур.4. Шымкент қаласы бойынша атмосфералық ауа құрамындағы көміртегі оксидінің орташа тәуліктік шоғырының өзгеру динамикасы.

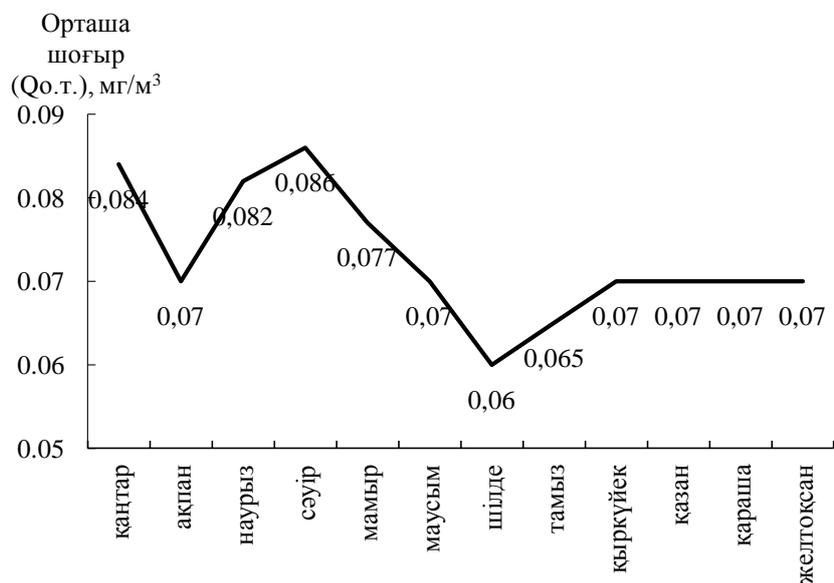
Көміртегі оксидінің жылдық орташа тәуліктік шоғыры соңғы жылдарда жоғарылап отырғанымен, оның мәндерін «Елді-мекен ауасындағы ластаушы заттардың шекті жол берілген шоғырлары (ШЖШ)» нормативтік мәндерімен салыстырғанда, мүмкіндік деңгейден аспайды ( $ШЖШ_{o.m.acy} еселігі < 1$ ), ал қалқыма бөлшектердің, азот диоксидінің, азот оксидінің, озонның (жербетілік), формальдегидтің орташа тәуліктік шоғыры нормативтік мәндерден артық (5-сурет).



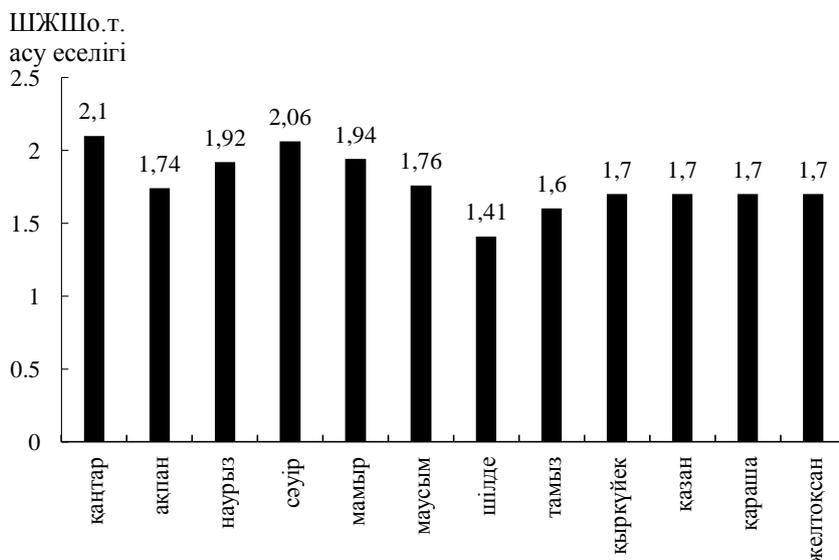
Сур.5. Шымкент қаласы бойынша атмосфералық ауа құрамындағы зиянды қоспалардың орташа тәуліктік шоғырының нормативтік мәндерден асу еселігінің өзгеру динамикасы.

Сонымен бірге, 2019 жылдың әрбір айы бойынша да Шымкент қаласының атмосфералық ауа құрамындағы зиянды қоспалардың орташа тәуліктік шоғырының өзгеруіне талдау жасалды [4]. Осыған орай, шоғыры нормативтік мәндерден асатын және зияндылығы жоғары болатын қоспаларды қарастырамыз.

Азот диоксидінің атмосфералық ауа құрамындағы қоспаларының орташа тәуліктік шоғыры қаңтар және сәуір айларында жоғары болғандығын көреміз (6-сурет) және орташа тәуліктік шоғыры барлық айлық мерзімдерде де нормативтік мәндерден жоғары болды (7-сурет).

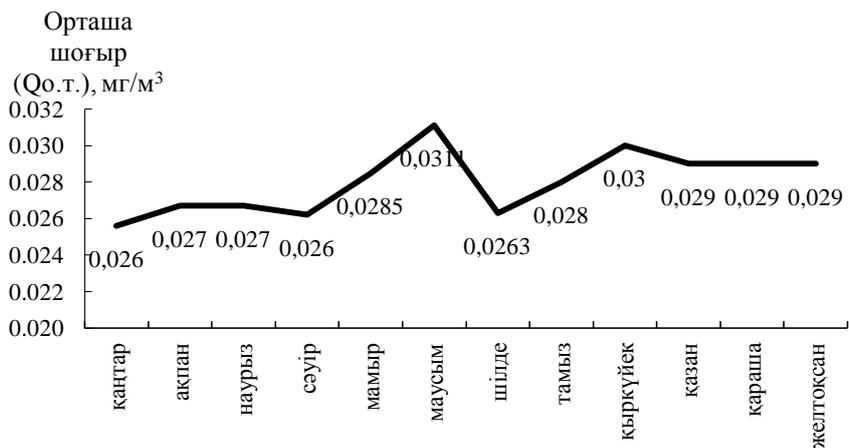


Сур.6. Азот диоксидінің атмосфералық ауа құрамындағы қоспаларының орташа тәуліктік шоғырының өзгеру динамикасы.



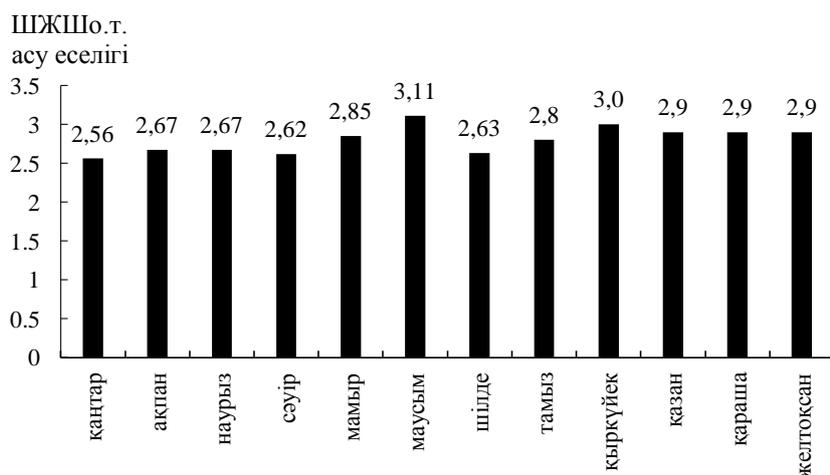
Сур.7. Азот диоксидінің орташа тәуліктік шоғырының нормативтік мәннен асу еселігінің өзгеру динамикасы.

Формальдегидтің атмосфералық ауа құрамындағы қоспаларының орташа тәуліктік шоғыры маусым және қыркүйек айларында жоғары болды (8-сурет).



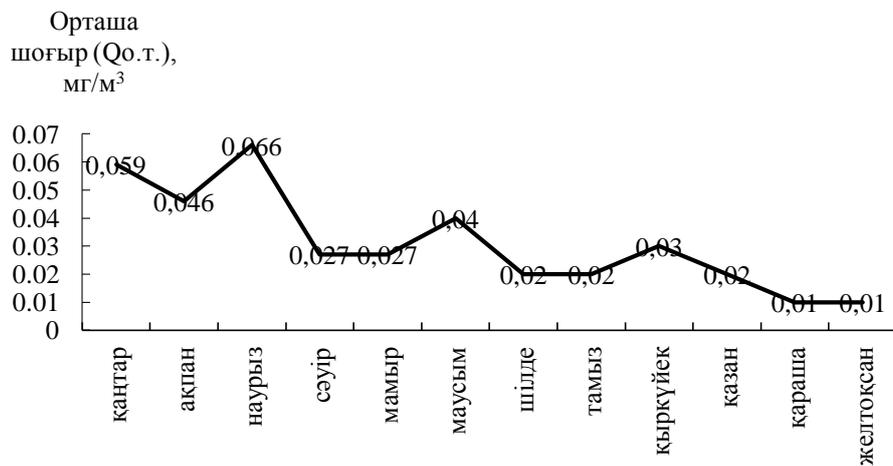
Сур.8. Формальдегидтің атмосфералық ауа құрамындағы қоспаларының орташа тәуліктік шоғырының өзгеру динамикасы.

Формальдегидтің орташа тәуліктік шоғыры 2019 жылдың барлық айында да нормативтік мәндерден жоғары болғандығын көреміз (9-сурет).

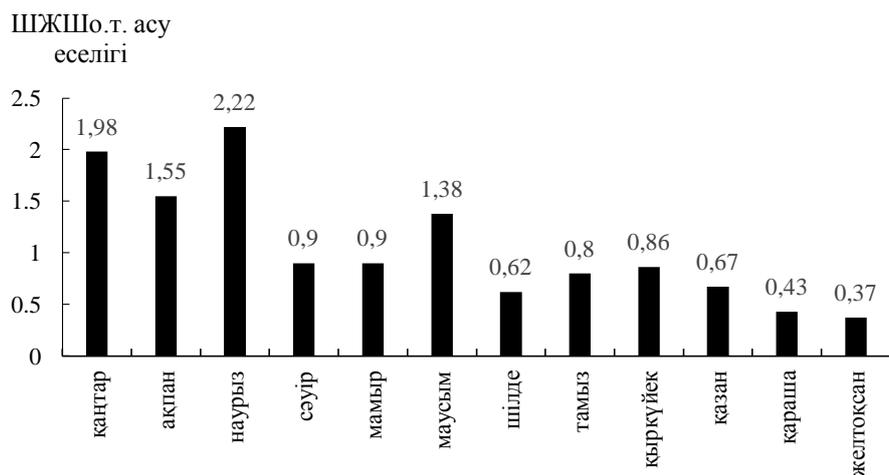


Сур.9. Формальдегидтің орташа тәуліктік шоғырының нормативтік мәннен асу еселігінің өзгеру динамикасы.

Озонның (жербетілік) атмосфералық ауа құрамындағы қоспаларының орташа тәуліктік шоғыры қаңтар, ақпан, наурыз және маусым айларында жоғары болғандығын көрсетеді (10 сурет) және осы айларда орташа тәуліктік шоғыры нормативтік мәндерінен асып отыр (11...12 сурет).



Сур.10. Озонның (жербетілік) атмосфералық ауа құрамындағы қоспаларының орташа тәуліктік шоғырының өзгеру динамикасы.



Сур.11. Озонның (жербетілік) орташа тәуліктік шоғырының нормативтік мәннен асу еселігінің өзгеру динамикасы.

Бұл келтірілген үш түрлі қоспалардан бөлек, қалқыма бөлшектердің (шаң) орташа тәуліктік шоғыры барлық айларда нормативтік мәндерден жоғары болып келеді.

**Қорытынды.** Шымкент қаласының климаттық жағдайлары әртүрлі ластаушы көздерден шығарылатын ластаушы заттардың таралуы, атап айтқанда, атмосфераның жерүсті қабатындағы ауаның ластануында

белгілі рөл атқаратын автокөліктерден шығатын газдар үшін қолайсыз жағдай туғызады. Автокөліктерден шығатын газдар атмосфералық ауаға адамның бойымен шамалас деңгейде таралады, сөйтіп, өндірістік көздерден тасталатын шығарылымдылармен салыстырғанда олардың мөлшері анағұрлым жоғары болып келеді, бұл тұрғындар денсаулығы үшін қауіпті болып келеді. Құрамында көміртегі тотығы, азот тотықтары мен қатты заттар бар пайдаланылған газдар атмосфераның жерүсті қабатына жиналады. Олардың көп бөлігі асфальтты жолдар мен топырақтарға барып тұнады.

Талдау нәтижелері көрсеткендей, азот диоксидінің орташа тәуліктік шоғыры соңғы жылдарда артып отыр және оның мәні нормативтік мәннен үнемі жоғары екендігін көреміз. Адам организмі үшін азот диоксидінің кері әсері көмір қышқыл газымен салыстырғанда, одан да жоғары және олар түтіндердің түзілуінің фотохимиялық реакцияларына қатысады. Келесі қауіп тудырып отырған формальдегид – негізінен автокөліктердің пайдаланылған газдарынан тарайды, екінші кластағы аса қауіпті түссіз газ. Ол адамның тыныс алу жолдарына, көзге және теріге аса зиян және адамның жүйке жүйесін зақымдайды. Егер оның мөлшері ауадағы зиянды заттардың қауіпсіз мөлшерінен бірнеше жүз есеге асып кетсе, барлық тірі жанды құртып жіберуі ғажап емес дейді мамандар [9, 10]. Ал озон (жер бетілік) тыныс алу үшін зиянды және егістерді, ағаштарды және басқа өсімдіктерді зақымдайтын ластаушы болып табылады. Бұл қалалық түтіннің басты компоненттерінің бірі.

Жоғарыда келтірілген талдау нәтижелерінің негізінде Шымкент қаласы атмосфералық ауасының ластануының жағдайына ерекше көңіл бөлуді қажет етеді.

Қазақстанда ауаны қорғау мәселелері бойынша ұлттық стратегияға да, ауа сапасын қамтамасыз ету бойынша нақты бағдарламаларға да аса көңіл бөлінбей отыр. Ауа сапасын бағалау және реттеу саласындағы саясаттың жалпы бағыттарын басқа стратегиялық құжаттар негізінде анықтауға болады. Қазақстанда сондай-ақ ауа сапасы мәселелері бойынша жеке ұлттық нормативтік-құқықтық жетілмеген. Өнеркәсіптік нысандарда шығарылымдыларды төмендетудің қазіргі заманғы технологияларын енгізу, халықтың денсаулығы үшін жақсы және қауіпсіз ауа сапасын қамтамасыз ету мақсатында экологиялық неғұрлым таза отын түрлеріне көшу, көлік саласында жол қозғалысын оңтайлы ұйымдастыру арқылы атмосфералық шығарылымдыларды қысқарту жөнінде шаралар қабылдау

керек. Ауаның ластануын төмендету жөніндегі бұл шаралар Қазақстанға «2030 жылға дейінгі кезеңге арналған Орнықты даму саласындағы күн тәртібінің» 3,9 және 11,6-міндеттерін іс-жүзіне асыруға мүмкіндік жасайды [12].

#### ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Айдарбеков Е.К., Киялбаев А.К. Основные дорожно-транспортные факторы загрязнения окружающей среды в городах // Сб. трудов КА-ДУ – 2004. – С. 291-295.
2. Жатқанбаев Ж. Экология және биосфера негіздері: Оқулық.– Алматы: Зият Пресс, 2009. – 526 б.
3. Качество атмосферного воздуха и здоровье [Электрон. ресурс]. – URL: [https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health) (дата обращения: 23.02.2020).
4. Қоршаған орта жай-күйі туралы ақпараттық бюллетені [Электрон. ресурс]. – 2019. – № 1-12 – С. 231-242. – URL: <https://www.kazhydromet.kz/kk/bulleten/okrsreda?year=2019> (дата обращения: 10.02.2020).
5. Қоршаған орта жай-күйі туралы ақпараттық бюллетені, 2016 жыл – «Қазгидромет» РМК [Электрон.ресурс]. – URL: <https://www.kazhydromet.kz/kk/bulleten/okrsreda?year=2016> (дата обращения: 03.02.2020).
6. Қоршаған орта жай-күйі туралы ақпараттық бюллетені, 2017 жыл – «Қазгидромет» РМК [Электрон.ресурс]. – URL: <https://www.kazhydromet.kz/kk/bulleten/okrsreda?year=2017> (дата обращения: 04.02.2020).
7. Қоршаған орта жай-күйі туралы ақпараттық бюллетені, 2018 жыл – «Қазгидромет» РМК [Электрон.ресурс]. – URL: <https://www.kazhydromet.kz/kk/bulleten/okrsreda?year=2018> (дата обращения: 05.02.2020).
8. Қоршаған орта жай-күйі туралы ақпараттық бюллетені, 2019 жыл – «Қазгидромет» РМК [Электрон.ресурс]. – URL: <https://www.kazhydromet.kz/kk/bulleten/okrsreda?year=2019> (дата обращения: 06.02.2020).
9. Лим Т.Е. Влияние транспортных загрязнений на здоровье человека. Обзор литературы // Экология человека – 2010. – № 01. – С. 4-9.
10. Луканин В.Н., Трофименко Ю.В. Промышленно-транспортная эколо-

гия. – М.: Высшая школа, 2001. – 273 с.

11. Обзоры результативности экологической деятельности – Казахстан: Третий обзор, сокращенная версия. [Электрон. ресурс]. – Организация объединенных наций, Женева, 2019. – URL: [https://www.unece.org/fileadmin/DAM/env/epr/epr\\_studies/Synopsis/ECE.CEP.185\\_RUS\\_Synopsis.pdf](https://www.unece.org/fileadmin/DAM/env/epr/epr_studies/Synopsis/ECE.CEP.185_RUS_Synopsis.pdf) (дата обращения: 29.01.2020).
12. Преобразование нашего мира: Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года // Резолюция, принятая Генеральной Ассамблеей 25 сентября 2015 года [Электрон. ресурс]. – URL: <https://undocs.org/ru/A/RES/70/1> (дата обращения: 23.02.2020)

Қабылданды 12.11.2020

	Ғ.Ж. Бекболатов
к.т.н., профессор	А. Төленов
к.т.н., доцент	А.Ә. Болысбек
к.т.н., профессор	Ә.Т. Мейірбеков

## **СОСТОЯНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ПО ГОРОДУ ШЫМКЕНТ**

**Ключевые слова:** атмосферный воздух, загрязнение, мониторинг, отработавшие газы, взвешенные частицы, концентрация, автотранспорт, здоровье

*С использованием статистических данных проведены анализы уровня загрязнения атмосферного воздуха вредными веществами за 2016...2019 годы по городу Шымкент. Для анализа были выбраны вещества с повышенной вредностью для здоровья человека и окружающей природной среды, изучена динамика их изменения за последние четыре года и по месяцам 2019 года. Установлено, что среднесуточная концентрация диоксида азота за последние годы увеличилась и ее значение всегда выше нормативного значения. При этом установлено, что содержание формальдегида также увеличивается, это вещество в основном выделяется из отработавших газов автомобилей, что является особо вредным для дыхательных путей, глаз и кожи человека и повреждает нервную систему человека. Результаты анализов показали необходимость принятия мер по снижению уровня загрязнения атмосферного воздуха города Шымкента.*

### **AIR POLLUTION IN SHYMKENT**

**Key words:** atmospheric air, pollution, monitoring, exhaust gases, cocked particles, concentration, motor transport, health

*Analyses of atmospheric air pollution level by harmful substances for 2016...2019 in Shymkent using statistical data were carried out. Substances with increased harmfulness to human health and the natural environment were selected for analysis and the dynamics of their change over the last four years and through the months of 2019 was studied. It has been established that the average daily concentration of nitrogen dioxide has increased in recent years and its value is always higher than the normative value. At the same time, It is established that the content of formaldehyde also increases. This substance is mainly released from the exhaust gases of cars, which is especially harmful to the respiratory tract, eyes and skin of a person and damages the human nervous system. The results of the analyses showed the need to take measures to reduce the level of atmospheric air pollution in Shymkent.*

А.Е. Баймаганбетов<sup>1</sup>  
Техн. ғылымд. канд., доцент Е.В. Гайдукова<sup>2</sup>  
Техн. ғылымд. канд., доцент Г.И. Сұлтамұрат<sup>1</sup>

### СТОХАСТИКАЛЫҚ БОЛЖАМ ӘДІСІН СОЛТҮСТІК ҚАЗАҚСТАННЫҢ ӨЗЕН БАССЕЙНДЕРІНЕ ҚОЛДАНУ

**Түйін сөздер:** стохастикалық модельдеу, гидрологиялық болжам, ағынның тәуліктік қабаттары, статистикалық сипаттамалар, Солтүстік Қазақстанның өзендері

*Бастапқы статистикалық моменттер үшін дифференциалдық теңдеулер жүйесін шешуге негізделген стохастикалық фондық болжам әдісі қарастырылды. Әдіс Есіл және Тобыл бассейндерінің өзендеріне қолданылды. Бірінші және екінші бастапқы моменттерді тексеру болжамдары су тасқыны кезеңіне тәуліктік күнбұрындылығымен жасалды. Бірінші момент екіншісіне қарағанда сенімді болатындығы анықталды. Осындай статистикалық сипаттамалардың болжамы Қазақстан экономикасы секторларының өндірістік функциялары үшін қажетті қамтамасыздық қисықтарын шығаруға мүмкіндік береді.*

**Кіріспе.** Су ресурстарын пайдаланумен тығыз байланысты экономиканың көптеген салалары гидрологиялық болжамдарды қажет етеді. Сенімді болжам өндіріс қажеттіліктерін ескере отырып экономикалық қызметті оңтайландыруға мүмкіндік береді.

Экономиканың суға тәуелді салаларының, жекелеген кәсіпорындардың және су тұтынушылардың өндірістік функцияларына еңбек ресурстары, күрделі салымдар және табиғи ресурстар жатады [9], оған өндірістік өнім, құрылымдардың жұмысының қауіпсіздігі, экологиялық қауіпсіздік және т.б. тәуелді (суды пайдалану сипатына байланысты). Табиғи ресурстардың ең динамикалық құрамдас бөлігі – су, дәлірек айтсақ өзен ағынының өзгеруін анықтайтын, есептелген гидрологиялық сипаттамалары (норма, вариация және асимметрия

<sup>1</sup>Баишев университеті, Ақтөбе қ., Қазақстан

<sup>2</sup>Ресей мемлекеттік гидрометеорологиялық университеті, Санкт-Петербург, Қазақстан

коэффициенттері). Динамикалық заңдарға негізделген модельдер кең таралған, бірақ олар ағынның пайда болуында кездейсоқтық элементтерін ескермейді (мысалы, [2]). Алайда стохастикалық дифференциалдық теңдеулерге негізделген стационарлық емес гидрологиялық кездейсоқ процестерді модельдеуге және болжауға мүмкіндік беретін, оның ішінде жылдық динамиканы қосатын әдістер бар (мысалы, [5]).

Мақалада келтірілген зерттеудің мақсаты – гидрологиялық сипаттамалардың стохастикалық фондық болжамының әдісін сынау болып табылады. Болжамдар тәуліктік күнбұрындылығымен жасалды. Күрт көтерілуімен және құлдырауымен сипатталатын көктемгі су тасқыны кезінде Солтүстік Қазақстанның су алаптарында жүргізілді.

#### **Ағын сипаттамаларының стохастикалық фондық болжау әдісі.**

Динамикалық болжам есептеу торабының түйіндеріндегі өтімдердің (деңгейлердің) нақты мәндерін көрсетумен шектеледі. Мұндай қатаң детерминистік көзқарас ағынның пайда болуының кездейсоқ факторларын, сондай-ақ бастапқы мәліметтерді, қателіктердің параметрлерін және сыртқы әсерлерді орнатудағы қателіктерді ескермейді (болжамды жауын-шашынның жүрісі). Гидрологиялық есептеулерде экономиканың суға тәуелді секторларының өндірістік функцияларына тоқтала отырып, су өтімдері мен су деңгейлерінің ықтималды бағалауы қолданылады. Ағындардың  $p(Q)$  немесе деңгейлердің  $p(H)$  ықтималдық тығыздығының үлестірулерінің қисықтарын (немесе болжанған үлестірулерін) білу, оның пайда болу ықтималдығын ағынның (деңгейдің) кез-келген болжамды мәніне тағайындауға мүмкіндік береді. Бұл экономика үшін қате шешімдер қабылдау қаупін бағалау мүмкіндігін кеңейтеді.

Динамикалықтан стохастикалық болжамға ауысу үшін Фоккер-Планк-Колмогоров (ФПК) теңдеуін қолданып, өзен ағынының моделін стохастикалық түрде қорыта алуға болады  $\tau dQ/dt + Q/k = \dot{X}$  [7]. Келесі белгілеулер модельге енгізілген:  $c = 1/k\tau = \bar{c} + \tilde{c}$ ,  $N = \dot{X}/\tau = \bar{N} + \tilde{N}$ . Мұнда,  $k$  – ағын коэффициенті;  $\tau$  – өзен бассейнінің релаксация уақыты;  $\dot{X}$  – жауын-шашынның қарқындылығы,  $\tilde{c}$  және  $\tilde{N}$  – ақ Гаусс шуы  $G_{\tilde{c}}$ ,  $G_{\tilde{N}}$  қарқындылығымен және  $G_{\tilde{c}\tilde{N}}$  өзара қарқындылығымен бірге. Кездейсоқ процестер теориясында белгілі стохастикалық қорыту процедурасы [7] қолданылады және келесі теңдеу шығады:

$$\frac{\partial p(Q,t)}{\partial t} = -\frac{\partial}{\partial Q}(A(Q,t)p(Q,t)) + 0.5 \frac{\partial^2}{\partial Q^2}(B(Q,t)p(Q,t)), \quad (1)$$

мұнда  $A(Q,t)$  және  $B(Q,t)$  – ағыс пен диффузия коэффициенттері.

Бұл тендеуді жоғарыдағы мақсатты шешу үшін қолдануға болады. Алайда, іс жүзінде (1) жуықтап қарапайым дифференциалдық тендеулер жүйесімен шектелу жеткілікті [10]:

$$\begin{aligned} dm_1/dt &= -(\bar{c} - 0,5G_{\bar{c}})m_1 + \bar{N} - 0,5G_{\bar{c}\bar{N}}; \\ dm_2/dt &= -2(\bar{c} - G_{\bar{c}})m_2 + 2\bar{N}m_1 - 3G_{\bar{c}\bar{N}}m_1 + G_{\bar{N}}; \\ dm_3/dt &= -3(\bar{c} - 1,5G_{\bar{c}})m_3 + 3\bar{N}m_2 - 7,5G_{\bar{c}\bar{N}}m_2 + 3G_{\bar{N}}m_1; \\ dm_4/dt &= -4(\bar{c} - 2G_{\bar{c}})m_4 + 4\bar{N}m_3 - 4 \cdot 3,5G_{\bar{c}\bar{N}}m_3 + 6G_{\bar{N}}m_2, \end{aligned} \quad (2)$$

мұнда  $m_i$  –  $i$ -ші реттің бастапқы статистикалық моменттері. Алғашқы үш тендеу ассиметриялық ықтималдық үлестірімінің эволюциясын алу үшін жеткілікті.

Жүйенің параметризациясының әртүрлі нұсқалары болуы мүмкін (2).  $c = 1/k\tau$ ,  $N = \dot{X}/\tau$  формулаларын ескере отырып, сонымен қатар,  $k$  және  $\tau$  коэффициенттері модельді оңтайландыру кезінде, ал  $\dot{X}$  – ауа райы болжамынан анықталған соң, белгілі  $m_1$ ,  $m_2$  және  $m_3$  қолданып, жүйенің (2) алғашқы үш тендеуінен  $G_{\bar{c}}$ ,  $G_{\bar{N}}$  және  $G_{\bar{c}\bar{N}}$  қарқындылықтарын анықтауға болады. Бұл коэффициенттерді ағындыны 30 күндік бақылаулар негізінде анықтауға болады.

Тәулік ішінде су өтімдерінің мәндері көп ауытқуларға ұшырайды. Олар өлшенбейді және тіркелмейді. Ал іс жүзінде тек орташа тәуліктік мәндермен жұмыс жасалады, яғни су өтімдерінің тәулік ішіндегі ауытқулардың статистикалық жалпылауын қолданады. Бастапқы моменттерге арналған тендеулер жүйесінің (2) шешімі алғашқы үш моменттің болжамды мәндері болып табылады. Бұл моменттер орташа тәуліктік мәнді, тәулік ішіндегі су өтімдерінің вариациясын ( $Cv = \sqrt{m_2 - m_1^2} / m_1$ ) және орташа мәннің модальдіден ауытқуын сипаттайды ( $Cs = (m_3 - 3m_2m_1 + 2m_1^3)/(Cv^3m_1^3)$ ).

**Солтүстік Қазақстанның өзен бассейндерінде әдісті апробациялау.** Зерттеу нысандары ретінде Қазақстан аумағында орналасқан Есіл және Тобыл өзендерінің бассейндеріндегі 11 гидрологиялық бекеттер таңдалды (кесте 1). 2014 жылғы су тасқыны кезеңінің 60 тәулігі үшін мынадай бастапқы деректер пайдаланылды: судың орташа тәуліктік өтімдері, ауаның орташа тәуліктік температурасы, тәулік ішіндегі жауын-шашын сомасы және су тасқыны басталған күнгі қар қоры.

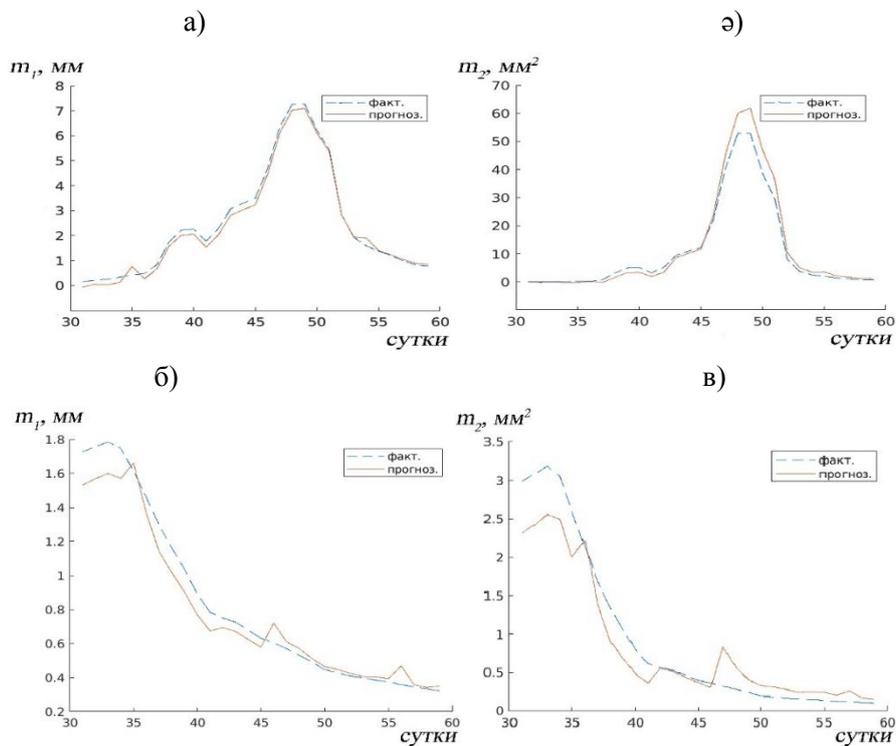
## Есіл және Тобыл өзендерінің бассейндеріндегі гидрологиялық бекеттердің тізімі

Өзен — бекет	Су жинағыш ауданы, км <sup>2</sup>	Ауа райын болжау станциясы
Жабай — Атбасар а.	8530	Атбасар
Қалкутан — Қалкутан а.	16500	Новомарковка
Есіл — Түрген а.	3240	Ақкөл
Желкуар — Чайковский а.	4324	Жетықара
Тобыл — Гришенка а.	13100	Тобыл
Аят — Варваринка а.	9020	Рудный
Тобыл — Қостанай	28000	Қостанай
Тобыл — Милютинка а.	32700	Жетықара
Үй — Уйское а.	36752	Михайловка
Есіл — Тоқсан би а.	90000	Атбасар
Шағалалы — Павловка а.	1750	Ақкөл

Аз қателікпен статистикалық моменттерді алуға мүмкіндік беретін болжамдық жүйенің параметрлерін оңтайландыру болжамды шығару күнінің алдындағы 30 күнде жүргізілді. Динамикалық параметрлеу процедурасы келесі дереккөзден алынды [6]. Ықтималдық моменттерін тексеру болжамдары күнделікті күнбұрындылығымен келесі отыз тәулікке жасалған. 1-суретте мысал ретінде 30 күндегі нақты және болжамды гидрографтар көрсетілген. 2-кестеде  $S/\sigma_{\Delta}$  ( $S$  – орташа квадраттық қателік,  $\sigma_{\Delta}$  — өзгерістердің орташа квадраттық ауытқуы) арақатынасы түріндегі тексеру болжамдарын бағалауы көрсетілген.

2-кестеде № 1, 3, 4, 5, 10, 11 гидрологиялық бекеттердегі көрсетілген  $S/\sigma_{\Delta}$  арақатынасының сандық мәндері  $m_1$  алғашқы бастапқы момент үшін 0,8-ден аспайды. Бұл көрсеткіш 30 күндік тексеру болжамдары үшін қанағаттанарлық нәтиже болып табылады.

$m_2$  екінші бастапқы моменті үшін нәтиже біршама нашар: тек төрт су жинағыш ауданы үшін  $S/\sigma_{\Delta}$  арақатынасы рұқсат етілген 0,8 мәннен аспайды.  $m_1$ ,  $m_2$  сәйкесінше ағын қабатын мм-де және мм<sup>2</sup> сипаттайтындығын ескеру қажет. Көптеген гидрологиялық бекеттерде нақты ағын қабаттары мен болжамды ағын қабаттарының мәндері арасындағы айырмашылықтары мм-де үлкен емес (1 сурет), бірнеше миллиметрден аспайды, бірақ  $S/\sigma_{\Delta}$  критерийі бойынша әдістің тиімділігін бағалау кезінде қанағаттанарлықсыз нәтиже туындайды. Бұл нәтижені ағынды қабаттағы кішігірім бір күндік ауытқуларды сипаттайтын  $\sigma_{\Delta}$  мәнімен түсіндіруге болады.



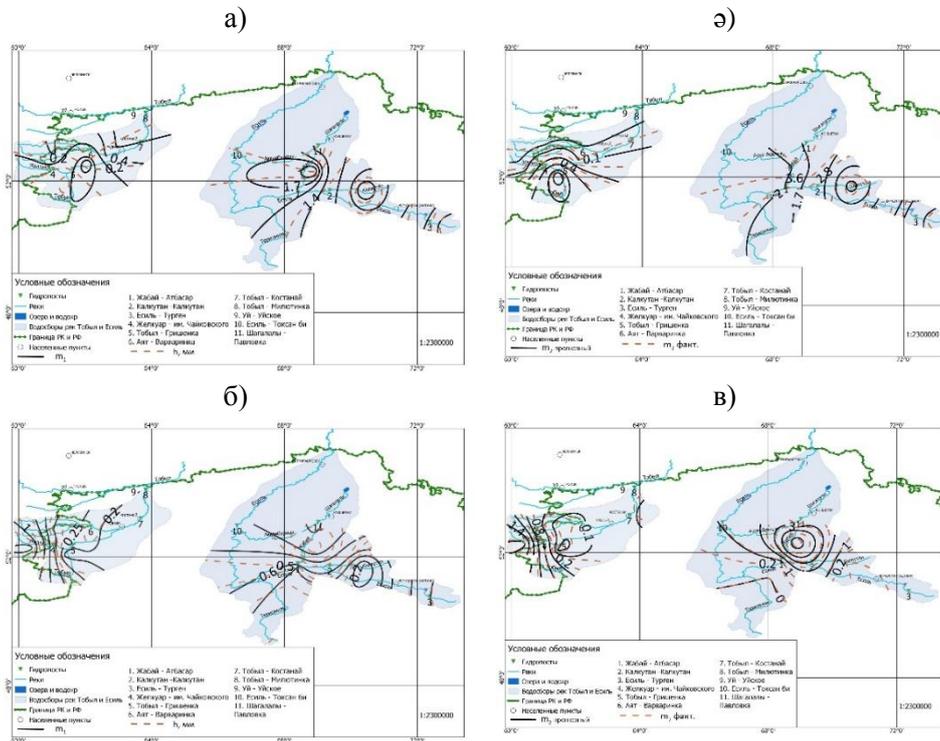
Сур. 1. Нақты және болжамды бірінші  $m_1$  (а, б) және екінші  $m_2$  (ә, в) бастапқы моменттердің өзгеруі: а, ә – Желқуар өз. – Чайковский а.; б, в – Есіл өз. – Тоқсан би а.

Кесте 2

Болжамды әдістің тиімділігін бағалау критерийлерінің сандық мәндері

№	Өзен — бекет	$S/\square_{\Delta}$	
		$m_1$	$m_2$
1	Жабай — Атбасар	0,31	0,19
2	Қалкутан — Қалкутан	1,74	0,20
3	Есіл — Түрген	0,68	1,67
4	Желқуар — Чайковский	0,14	0,46
5	Тобыл — Гришенка	0,75	0,42
6	Аят — Варваринка	1,27	1,68
7	Тобыл — Қостанай	6,03	2,05
8	Тобыл — Милютинка	3,06	1,43
9	Үй — Уйское	1,16	0,91
10	Есіл — Тоқсан би	0,47	1,26
11	Шағалалы — Павловка	0,83	2,15

Изолиния карталар түріндегі фондық ықтималдық болжамның мысалы 2 суретте көрсетілген (мәндер ағын қабаттарда берілген). Алғашқы екі момент статистикалық гидрологиялық сипаттамаларды (норма, вариация коэффициенті) анықтауға жеткілікті, демек, қарастырылып отырған аумақтың кез-келген нүктесінде Қазақстан экономикасы секторларының өндірістік функцияларына кіретін күнделікті ағынды қабатының мәндері үшін қамтамасыз ету қисығын табуға да жеткілікті [11].



Сур. 2. Болжам басталған күннен бастап 5 (а, ә) және 25 (б, в) тәуліктен кейін нақты және болжамды бірінші (а, б) және екінші (ә, в) статистикалық бастапқы моменттердің үлестіру карталарының мысалы (болжам тәуліктік қадаммен берілді).

Алынған ықтималдық сипаттамаларын үлестіру карталары  $\beta$  критерийі бойынша бағаланды [8], ол бастапқы моменттер үшін жүйенің шешімінің тұрақсыздық дәрежесін сипаттайды. Тобыл бассейні өзендерінің ағын болжамы кезінде шешім тұрақсыз болып шықты, бұл  $S/\sigma_{\Delta}$  жоғары көрсеткіштерімен де расталады. Сонымен қатар, тұрақсыздық негізінен болжамдардың бастапқы кезеңінде көрінеді. Мұндай су жинағыш аудандарында болжам нәтижелерін жақсарту үшін ішінара

инфиниттік гидрология әдіснамасын пайдалану жоспарлануда. Ол математикалық сипаттама мен ағынды болжау үшін қосымша фазалық айнымалыларды тарту арқылы тұрақты шешімдер алуға мүмкіндік береді. Ықтималды болжау аясында бұл ықтималдықтың  $n$ -өлшемді үлестіріміне көшуді білдіреді [3]. Қандай қосымша фазалық айнымалыларды қосу керек деген сұраққа жауап беру үшін фракталдық диагностика әдісі қолданылады [12].

Қорытындылай келе, Қазгидрометте су тасқынын болжаудың негізгі әдістері статистикалық, физикалық-статистикалық және субаланстық әдістер болып табылатындығын ескеру қажет [4]. Бұл әдістердің барлығы ХХ ғасырда жасалған және қазіргі кезде бұл әдістердің кемшілігі барлық компоненттерді тікелей өлшеу немесе анықтау мүмкін емес. Бұл, ең алдымен, бастапқы ақпараттың шектеулі болуына және оның дәлдігінің төмендігіне байланысты. Судың топыраққа инфильтрациясы, судың жер бетінде сақталуы, жалпы булану сияқты жеке параметрлер тым жуықтау (шамамен) бағаланады немесе анықталады. Қазіргі уақытта Солтүстік Қазақстан өзендерінің ағынын болжау үшін қарқынды пайдаланылатын статистикалық әдісте күзгі ылғалдылық негізгі параметрлердің бірі ретінде ескеріледі. Алайда, күзгі ылғалдылық коэффициенті өлшенбейді, бірақ ұзақ уақыт бойы жауын-шашынды ескеретін әдіс бойынша анықталады. Егер күзгі ылғалдылықты есептеу кезінде қателік орын алса, онда, тиісінше, бұл болжамның сапасына айтарлықтай әсер етеді [1]. Қарастырылған стохастикалық әдіс күзгі ылғалдылықты және анықталуы қиын басқа параметрлерді, мысалы, еңгізілген параметрлер мен сыртқы әсерді параметрлеуге мүмкіндік береді.

**Қорытынды.** Мақалада стохастикалық болжау әдісін Солтүстік Қазақстанның өзен бассейндеріне қолдану мүмкіндігі көрсетілген. Бұл әдіс бастапқы статистикалық моменттер үшін дифференциалдық теңдеулер жүйесін шешуде негізделген. Солтүстік Қазақстан өзендері су тасқынының тез көтерілуі мен құлдырауымен, сондай-ақ су жинағыш аудандарындағы қардың едәуір қорымен сипатталады.

Бір тәулікте ағын қабатының орташа мәнімен вариациясын көрсететін бірінші және екінші бастапқы моменттердің тәуліктік күнбұрындылығымен болжамдары жасалды. Бірінші бастапқы моменті екіншісіне қарағанда сенімді болатындығы анықталды, сонымен қатар болжамды мәндердің нақты мәндерден ауытқуы кейбір су жинағыш аудандарында бірнеше миллиметр ғана құрады.

## ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Баймаганбетов А.Е., Гайдукова Е.В. Применение метода стохастического фонового прогноза к речным бассейнам Казахстана // Гидрометеорология и экология. Ученые записки Российского государственного гидрометеорологического университета. – № 59. – 2020. – С. 41-50.
2. Виноградов Ю.Б., Виноградова Т.А. Математическое моделирование в гидрологии. – М: Академия, 2010. – 298 с.
3. Гайдукова Е.В., Шаночкин С.В., Москалюк М.А. Учет испарения при математическом моделировании речного стока // Ученые записки Российского государственного гидрометеорологического университета. – № 52. – 2018. – С. 79-87.
4. Георгиевский Ю.М., Шаночкин С.В. Гидрологические прогнозы. – СПб.: изд. РГГМУ, 2007. – С. 190-191.
5. Коваленко В.В., Гайдукова Е.В., Девятов В.С. Фоновое прогнозирование процесса формирования суточных вероятностных стоковых характеристик // Ученые записки Российского государственного гидрометеорологического университета. – № 18. – 2011. – С. 10-20.
6. Коваленко В.В., Викторова Н.В., Гайдукова Е.В. Методические указания по дежурству в учебном бюро гидрологических прогнозов. – СПб.: изд. РГГМУ, 2013. – 30 с.
7. Коваленко В.В., Викторова Н.В., Гайдукова Е.В. Моделирование гидрологических процессов. Изд. 2-е, испр. и доп. Учебник. – СПб.: изд. РГГМУ, 2006. – 559 с.
8. Коваленко В.В. Обеспечение устойчивости моделирования и прогнозирования речного стока методами частично инфинитной гидрологии. СПб: изд. РГГМУ, 2011. – 107 с.
9. Кротов В.Ф. Основы теории оптимального управления. – М.: Высш. шк., 1990. – 431 с.
10. Методические рекомендации по оценке обеспеченных расходов проектируемых гидротехнических сооружений при неустановившемся климате / Под ред. В.В. Коваленко. – СПб: изд-во РГГМУ, 2010. – 51 с.
11. Сатенбаев Е.Н., Ибатуллин С.Р., Балгабаев Н.Н. Водопотребление отраслей экономики Казахстана: оценка и прогноз. – Алматы, 2012. – 262 с.
12. Kovalenko V.V., Gaidukova E.V. Influence of climatological norms of the surface air temperature on the fractal dimensionality of the series of long-term river discharge // Doklady Earth Sciences. – 2011. – V. 439. – № 2. – P. 1183-1185.

Қабылданды 18.11.2020

Канд. техн. наук, доцент  
Канд. техн. наук, доцент

А.Е. Баймаганбетов  
Е.В. Гайдукова  
Г.И. Сұлтамұрат

## ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА СТОХАСТИЧЕСКОГО ФОНОВОГО ПРОГНОЗА К РЕЧНЫМ БАССЕЙНАМ СЕВЕРНОГО КАЗАХСТАНА

**Ключевые слова:** стохастическое моделирование, гидрологический прогноз, суточные слои стока, статистические характеристики, реки Казахстана

*Рассматривается метод стохастического фонового прогноза, основанный на решении системы дифференциальных уравнений для начальных статистических моментов. Метод применяется к рекам бассейнов р. Есиль и р. Тобыл, которые протекают на территории Республики Казахстан. Делаются поверочные прогнозы первого и второго начальных моментов для периода половодья с суточной заблаговременностью. Получено, что первый момент прогнозируется более надежно, чем второй. Прогноз подобных статистических характеристик позволяет получить кривые обеспеченности, необходимые для производственных функций отраслей экономики Казахстана.*

A.E. Baimaganbetov, E.V. Gaidukova, G.I. Sultamurat

## APPLICATION OF THE METHOD OF STOCHASTIC BACKGROUND FORECAST TO NORTH KAZAKHSTAN'S RIVER BASINS

**Keywords:** stochastic modeling, hydrological forecast, daily runoff layers, statistical characteristics, rivers of Kazakhstan

*The method of stochastic background forecast, based on solving a system of differential equations for the initial statistical moments, is considered. The method is applied to the rivers of the river basins. Esil and Tobyl rivers, which flow on the territory of the Republic of Kazakhstan. Verification forecasts of the first and second initial moments are made for the flood period with a daily advance. It was found that the first moment is predicted more reliably than the second. The forecast of such statistical characteristics allows obtaining the supply curves necessary for the production functions of the sectors of the economy of Kazakhstan.*

УДК 614.8.084+504.061.2.69.05(075.8)

Доктор техн. наук	М.Ж. Бурлибаев <sup>1</sup>
	И.В. Шенбергер <sup>1</sup>
Канд. хим. наук	Р.К. Кайдарова <sup>1</sup>
PhD	Д.М. Бурлибаева <sup>1</sup>
PhD	К.Т. Нарбаева <sup>2</sup>

### О РОЛИ ТРАНСГРАНИЧНОСТИ В ТРАНСФОРМАЦИИ ГИДРОХИМИЧЕСКОГО РЕЖИМА РЕК ТАЛАС И АСА

**Ключевые слова:** гидрология, гидрохимия, токсикология, антропогенное загрязнение, трансграничная река, загрязнение со стороны сопредельного государства, группа главных ионов, тяжелые металлы, органические и биогенные вещества, ядовитые вещества

*Игнорирование гидрохимического режима рек Талас и Аса приводит к тому, что идет повсеместное загрязнение транзитного стока этих водотоков. Это, в свою очередь, может отразиться в ближайшей перспективе на загрязнении подземных вод, которые являются источником питьевой воды такого крупного города, как Тараз. Поэтому данная статья посвящается исключительно исследованию загрязнения поверхностных вод обозначенных водотоков.*

При исследовании современного состояния гидрологического и гидрохимического режимов реки Талас необходимо уделить пристальное внимание на работу Совместной Комиссии Республики Казахстан и Кыргызской Республики по использованию водохозяйственных сооружений межгосударственного использования на реках Шу и Талас, где решаются вопросы вододеления. К сожалению, данная Комиссия при рассмотрении вопроса вододеления руководствуется «Положением о делении стока в реке Талас», подписанного заместителем Министра мелиорации и водного хозяйства СССР И. И. Бородавченко от 31.01. 1983 года на основе приказа Минводхозом СССР №1/1-36 – 427 9428) от 27 апреля 1981 года. Данные документы регламентируют, что деление вод

<sup>1</sup>Казахстанское агентство прикладной экологии, г. Алматы, Казахстан

<sup>2</sup>Казахский Национальный университет им. аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан

между двумя республиками в среднемноголетнем объеме составляет 1,62 км<sup>3</sup>, в том числе поверхностный среднемноголетний сток р. Талас и его притоков, возвратные и выклинивающиеся воды. Причем деление происходит из принципа 50 % каждой республике. Выше названная Комиссия, как и на примере реки Шу до сих пор обращает внимание только на количественные характеристики делимой воды, тогда как качественные характеристики транзитного стока игнорируются полностью. Между тем в современных условиях в транзитном стоке наблюдаются постоянное ухудшение качества воды.

**Методика обработки исходных данных.** В основу оценки качества воды положены Методические рекомендации по комплексной оценке качества поверхностных вод по гидрохимическим показателям [5]. В соответствии с «Методическими рекомендациями...» загрязняющие вещества разделяются на группы объединенные между собой по идентичности – по таким показателям как генетическое происхождение, химическое строение, применение, одинаковость влияния, токсичность и др. Исходя из этого положения, весь перечень ингредиентов, по которым ведутся гидрохимические анализы, разделен на следующие 6 условных групп: главные ионы; биогенные элементы; тяжелые металлы; органические вещества; ядовитые вещества; хлорорганические пестициды. Такое объединение загрязняющих веществ на условные группы не противоречит выводам О. Алекина, А. Никанорова и др., аналогично подходящих к изучению химического состава природных вод [2...4, 6].

Оценка загрязненности воды производилась с использованием комплексного индекса загрязненности вод, который рассчитывался для каждой группы загрязняющих веществ как среднее арифметическое значение превышений ПДК загрязняющим веществом.

Хотелось бы отметить, что по методу Бурлибаева М.Ж. при расчете КИЗВ не включается растворенный кислород и БПК<sub>5</sub>, они классифицируются отдельно [5]. Степень загрязненности водных объектов оценивается по величине КИЗВ в соответствии с приведенной в методике классификацией (табл. 1).

При этом при расчете КИЗВ необходимо иметь ввиду следующие положения:

– в расчет КИЗВ для данной группы загрязняющих веществ включаются только те контролируемые ингредиенты, содержание которых

в воде равно ПДК или превышает ПДК, то есть включаются ингредиенты, у которых  $K \geq 1$ ;

– расчет КИЗВ производится как среднеарифметическая величина.

Таблица 1

Классификация загрязненности водных объектов по различным показателям

Степень загрязнения воды	Оценочные показатели загрязнения		
	по КИЗВ	по растворенному кислороду, мг/л	по БПК, мг/л
1. Нормативно чистая	< 1,0	> 4,1	< 3,0
2. Умеренно загрязненная	1,...3,0	4,0...3,1	3,1...7,0
3. Высокого уровня загрязнения	3,1...10,0	3,0...1,1	7,1...8,0
4. Чрезвычайно высокого уровня загрязнения	> 10,1	< 1,0	> 8,1

В качестве источника исходных информации использовались «Ежегодные данные о качестве поверхностных вод Республики Казахстан» выпускаемый РГП «Казгидромет», за период с 1988 по 2017 годы [1]. Для расчетов были собраны и проанализированы данные по следующим гидропостам и створам гидрохимического мониторинга в бассейнах рек Талас и Аса:

1. р. Талас – с. Жасоркен (с. Покровка) (0,7 км выше села),
2. р. Талас – г. Тараз (0,7 км выше сброса ГРЭС) 7,5 км выше города, 0,7 км выше сброса сточных вод Жамбылской ГЭС, 3 км),
3. р. Талас – г. Тараз (0,7 км ниже выхода дренажных вод),
4. р. Талас – пос. Солнечный (0,5 км ниже гидропоста),
5. р. Аса - ж.д. ст. Маймак (0,2 км выше ж.д.станции),
6. р. Бериккара – а. Абдикадер (6 км к югу от а. Абдикадер; у входа из ущелья гор; в створе водпоста),
7. оз. Бийликоль – Зона отд. Ветерок (2 км от а. Абдикадер),
8. оз. Бийликоль – с.Тасоткель (3 км А 20 от ОГП).

Согласно проведенному анализу, не все периоды и не по всем створам мониторинга качества воды в бассейне полностью охвачены данными. По бассейну р. Талас имеются пропуски данных в рядах наблюдений, а именно: р. Талас – п.Солнечный с 1988 по 1996 и 2001 по 2003 гг., далее наблюдения возобновились; по створам р. Бериккара – а. Абдикадер, оз. Бийликоль – зона отд. Ветерок, оз. Бийликоль –

с. Тасоткел отсутствуют данные наблюдений с 1988 по 2008, и лишь начиная с 2009 года наблюдается возобновление мониторинга. Наиболее полные ряды наблюдений за период с 1988 по 2017 годы имеются по следующим створам: р. Талас – (с. Жасоркен) с. Покровка, р. Талас – г. Тараз (0,7 км выше сброса ГРЭС), р. Талас – г. Тараз (0,7 км ниже выхода дренажных вод), р. Аса – ж.д. ст. Маймак (0,2 км выше ж.д. станции).

Основная задача камеральной обработки исходных данных заключалась в обобщении материалов натуральных наблюдений и представлении их в табличном и картографическом виде, позволяющем в наглядной и аргументированной форме дать экологическую оценку современного состояния водных объектов рассматриваемых водных объектов.

Оценка качества воды и экологического состояния водных объектов производилась на основе расчетов КИЗВ за период с 1988 по 2017 годы.

Весь имеющийся период наблюдений, проводимых с 1988 по 2017 годы, условно был разделен на 4 расчетных периода, характеризующихся различной активностью отраслей экономики Республики Казахстан:

– Исходный период (с 1988 по 1990 год). Период наиболее активной и стабильной деятельности промышленного и сельскохозяйственного производства до распада СССР;

– Переходный период (с 1991 по 2000 год). Период спада и кризисного состояния промышленного и сельскохозяйственного производства. В результате распада СССР произошла постепенная остановка многих промышленных материалоемких и, как следствие, низкорентабельных предприятий, загрязняющих поверхностные воды. В сельском хозяйстве происходит разукрупнение сельскохозяйственных производителей, прекращение использования дорогостоящих минеральных пестицидосодержащих удобрений;

– Современный период этап 1 (с 2001 по 2005 год). Период возрождения промышленного и сельскохозяйственного производства. Период возрождения промышленности, в первую очередь ориентированной на добычу сырьевых ресурсов. Открываются небольшие частные предприятия, интенсивно эксплуатирующие природные ресурсы региона, пополняется автомобильный парк, особенно в крупных городах, идет

интенсивное строительство в водоохраных зонах и полосах частного жилого сектора и предприятий сферы услуг;

– Современный период этап 2 (с 2006 по 2017 год). Данный период, по сути, является продолжением этапа 1 современного периода. Период дальнейшего роста промышленного и сельхоз производства. Характеризуется дальнейшим развитием промышленности, но все больше уделяется внимание модернизации очистных сооружений и сокращению вредных выбросов. Продолжается строительство частного сектора и развитие малого бизнеса на берегах рек.

Месячные концентрации ингредиентов  $C_i$  по каждому году наблюдений ( $\text{мг} / \text{дм}^3$  или  $\text{мкг} / \text{дм}^3$ ) пересчитывались в средние значения за год, а затем – в среднесрочные значения за расчетный период. Кроме того, определялись максимальные и минимальные концентрации анализируемых ингредиентов за год, а также максимальные и минимальные концентрации за расчетный период. Затем среднегодовые за расчетный период, а также максимальные и минимальные за расчетный период концентрации каждого загрязняющего вещества ( $\text{мг} / \text{дм}^3$  или  $\text{мкг} / \text{дм}^3$ ) пересчитывались в коэффициенты загрязнения.

Далее по тексту понятие «предельно допустимая концентрация загрязняющих веществ, для водных объектов хозяйственно-питьевого и коммунально-бытового водопользования» заменяется для краткости понятием «хозпитьевая предельно допустимая концентрация» и обозначается ПДКхб. Понятие «предельно допустимая концентрация загрязняющих веществ, для водных объектов рыбохозяйственного значения» заменяется понятием «рыбохозяйственная предельно допустимая концентрация» и обозначается ПДКрх.

Для хозяйственно-питьевого и коммунально-бытового водопользования использованы ПДКхб, указанные в санитарных правилах «Санитарно-эпидемиологические требования к водоемным объектам, местам водозабора для хозяйственно-питьевых целей, хозяйственно-питьевому водоснабжению и местам культурно-бытового водопользования и безопасности водных объектов» [7].

В повседневной практике оценкой качества вод по рыбохозяйственным критериям занимается РГП «Казгидромет», поэтому для рыбохозяйственной оценки водоемов использовались ПДКрх, применяемые РГП «Казгидромет» и заимствованные из «Обобщенного перечня предельно-допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно-

безопасных уровней воздействия (ОБУВ) вредных веществ для воды рыбохозяйственных водоемов».

**Анализ состава загрязняющих веществ и их экстремальных значений.** Как показывает анализ, экстремальные значения концентраций загрязняющих веществ в разные годы могут достигать превышений ПДК в несколько раз, а иногда и в десятки раз.

Очевидно, что такие превышения носят не циклический характер, а скорее всего эпизодический, который объясняется тем, что такие превышения могли фиксироваться от одноразовых выбросов тех или иных загрязнителей. Однако такие исследования являются важными, т.к. позволяют проследить диапазон возможных максимальных концентраций и их превышений ПДК в реках, для того чтобы оценить возможные последствия.

При анализе исходных данных были определены основные загрязняющие вещества, которые явились характерными для бассейна реки Талас, регулярно превышающие нормативы ПДК, по которым производился расчет КИЗВ, это:

- биогенные элементы: азот нитритный ( $\text{NO}_2$ ), азот аммонийный ( $\text{NH}_4$ ), фосфаты ( $\text{P}_2\text{O}_4$ );
- тяжелые металлы: железо общее (Fe), медь (Cu), цинк (Zn);
- главные ионы: магний (Mg), хлориды (Cl), сульфаты ( $\text{SO}_4$ ), минерализация (Мин.);
- органические вещества: летучие фенолы (Фен), нефтепродукты (Нф), СПАВ;
- ядовитые вещества: фториды (F).

В связи с тем, что наиболее важным периодом для оценки экстремальных значений является современный период, ниже приводится анализ экстремумов характерных загрязняющих веществ для рек Талас и Аса за современный период с 2006 по 2017 годы.

За рассмотренный период (с 2006 по 2017 годы), по всем гидрохимическим створам, экстремальные значения концентраций загрязняющих веществ, как по рыбохозяйственным, так и по хозяйственным критериям, превышающие ПДК, наблюдаются в основном в группах тяжелых металлов, органических веществ и биогенных элементах. Так например, в створе р. Талас – с. Жасоркен (0,7 км выше села), по рыбохозяйственным критериям, превышение по меди составило 26,0 ПДК (ноябрь 2007 г.), железо 6.8 ПДК (сентябрь 2010 г.), цинк 1,2 ПДК

(сентябрь 2012 г.), аммонийный 4,3 ПДК (октябрь 2010 г.), азот нитритный 550 ПДК (август 2010 г.), фосфаты 32,0 ПДК (декабрь 2007 г.), фенолы 3,0 ПДК (июль 2010 г.), нефтепродукты 2,4 ПДК (декабрь 2015 г.), магний 1,0 ПДК (ноябрь 2008 г.), сульфаты 1,2 ПДК (январь 2014 г.), фториды 1,3 ПДК (май 2007 г.).

По створу р. Талас – г. Тараз (0,7 км выше сброса ГРЭС, 7,5 км выше города, 0,7 км выше сброса сточных вод Жамбылской ГЭС, 3 км), максимальные превышения по меди 8,9 ПДК (март 2008 г.), железо 5,3 ПДК (сентябрь 2012 г.), цинк 1,1 ПДК (март 2008 г.), азот аммонийный 1,9 ПДК (август 2006 г.), азот нитритный 12,0 ПДК (январь 2007 г.), фенолы 10,0 ПДК (ноябрь 2007 г.), нефтепродукты 2,4 ПДК (декабрь 2015 г.), магний 1,1 ПДК (май 2007 г.), сульфаты 1,3 ПДК (март 2008 г.), фториды 1,1 ПДК (май 2007 г.).

По створу р. Талас – г. Тараз (0,7 км ниже выхода дренажных вод), максимальные превышения по меди 8,5 ПДК (январь 2006 г.), железо 5,3 ПДК (июль 2007 г.), цинк 1,6 ПДК (декабрь 2010 г.), азот аммонийный 3,8 ПДК (октябрь 2011 г.), азот нитритный 5,0 ПДК (февраль 2008 г.), фенолы 4,0 ПДК (июль 2012 г.), нефтепродукты 2,0 ПДК (июль 2012 г.), магний 1,0 ПДК (январь 2007 г.), сульфаты 1,6 ПДК (август 2006 г.), фториды 1,0 ПДК (ноябрь 2015 г.).

По створу р. Талас – пос. Солнечный (0,5 км ниже гидропоста), максимальные превышения по меди 7,2 ПДК (март 2008 г.), железо 7,3 ПДК (июль 2007 г.), цинк 1,2 ПДК (июль 2008 г.), азот аммонийный 3,7 ПДК (октябрь 2011 г.), азот нитритный 1,9 ПДК (июль 2013 г.), фенолы 4,0 ПДК (июль 2012 г.), нефтепродукты 8,0 ПДК (май 2013 г.), магний 1,1 ПДК (май 2009 г.), сульфаты 1,3 ПДК (август 2006 г.), фториды 1,3 ПДК (май 2007 г.).

По створу р. Аса – ж.д. ст. Маймак (0,2 км выше ж.д. станции), максимальные превышения по железу 4,5 ПДК (март 2010 г.), медь 6,9 ПДК (март 2006 г.), цинк 1,1 ПДК (декабрь 2010 г.), азот аммонийный 2,8 ПДК (июль 2001 г.), азот нитритный 15,0 ПДК (май 2007 г.), нефтепродукты 1,8 ПДК (май 2012 г.), магний 0,8 ПДК (апрель 2009 г.), сульфаты 8,0 ПДК (февраль 2010 г.), фториды 2,1 ПДК (февраль 2010 г.).

По створу р. Бериккара – а. Абдикадер (6 км к югу от а. Абдикадер; у входа из ущелья гор; в створе водопоста), максимальные превышения по меди 3,8 ПДК (март 2009 г.), железо 2,4 ПДК (август 2010 г.), цинк 0,9 ПДК (март 2009 г.), азот аммонийный 2,4 ПДК (июнь 2010 г.), азот нитритный

0,7 ПДК (январь 2013 г.), фенолы 3,0 ПДК (август 2012 г.), нефтепродукты 1,2 ПДК (ноябрь 2012 г.), магний 0,8 ПДК (июнь 2012 г.), сульфаты 1,0 ПДК (январь 2008 г.), фториды 1,0 ПДК (август 2013 г.).

По створу оз. Бийликоль – Зона отд. Ветерок (2 км от а. Абдикадер), максимальные превышения по меди 7,5 ПДК (март 2010 г.), железо 5,5 ПДК (январь 2010 г.), цинк 2,1 ПДК (август 2013 г.), азот аммонийный 2,3 ПДК (июнь 2010 г.), азот нитритный 30,0 ПДК (август 2010 г.), фенолы 7,0 ПДК (май 2013 г.), нефтепродукты 2,2 ПДК (июль 2012 г.), магний 3,0 ПДК (январь 2010 г.), сульфаты 10,2 ПДК (ноябрь 2010 г.), фториды 2,8 ПДК (июнь 2010 г.).

По створу оз. Бийликоль – с. Тасоткел (3 км А20 от ОГП), максимальные превышения по меди 6,9 ПДК (март 2009 г.), железо 2,8 ПДК (июль 2007 г.), цинк 0,8 ПДК (март 2009 г.), азот аммонийный 1,6 ПДК (декабрь 2007 г.), азот нитритный 2,2 ПДК (октябрь 2008 г.), фенолы 2,0 ПДК (июль 2009 г.), нефтепродукты 1,6 ПДК (январь 2008 г.), магний 2,8 ПДК (ноябрь 2009 г.), сульфаты 10,4 ПДК (ноябрь 2009 г.), фториды 2,5 ПДК (декабрь 2008 г.).

Что же касается максимальных превышений по хозяйственным критериям, на всем протяжении реки, то тут основными загрязняющими веществами выступают группы такие как: органические вещества; тяжелые металлы, ядовитые вещества. Однако, как уже отмечалось ранее, уровень концентрации максимальных значений носит эпизодический характер и не имеет цикличности. Данный факт говорит о том, что прогнозировать или предсказывать в количественном отношении экстремальные значения уровня загрязнения вод не представляется возможным, но тем не менее, это дает представление о состоянии качества поверхностных вод реки и позволяет дать оценку по степени загрязнения.

**Оценка качества поверхностных вод по рыбохозяйственным нормам.** Расчет комплексных показателей по рекам Талас и Аса был проведен по каждому гидрохимическому створу, расположенному на реке, при условии отбора в течение года не менее четырех проб.

Согласно проведенному расчету и анализу комплексного индекса загрязняющих веществ, по рыбохозяйственным критериям (ПДК<sub>рх</sub>), река Талас на всем своем протяжении имеет умеренный уровень загрязнения. Так в исходный период (с 1986 по 1990 годы) концентрация загрязняющих веществ по рыбохозяйственным

критериям по длине реки находится в диапазоне «умеренного» уровня загрязнения, загрязнители представлены такими группами как: биогенные элементы; органические вещества; главные ионы; тяжелые металлы; ядовитые вещества (табл. 2).

Таблица 2

Превышение концентрации над ПДК<sub>рх</sub> по веществам за период 1986...1990 гг.

Створы	Fe	Нефт	SO <sub>4</sub>	NO <sub>2</sub>
р. Талас – с. Жасоркен (с. Покровка) (0,7 км выше села)	1,16	–	–	–
р. Талас – г. Тараз (0,7 км выше сброса ГРЭС)	1,06	–	–	–
р. Талас – г. Тараз (0,7 км ниже выхода дренажных вод)	1,10	1,63	1,19	1,22
р. Аса – ж.д. ст. Маймак (0,2 км выше ж.д. станции)	1,22	1,19	–	–

Переходный период (с 1991 по 2000 годы), так же как и предыдущий, характеризуется умеренным уровнем загрязнения, основными загрязнителями здесь так же являются биогенные элементы, главные ионы, тяжелые металлы и ядовитые вещества (табл. 3).

В современном периоде № 1 (с 2001 по 2005 годы), сохраняется тенденция умеренного уровня загрязнения, основными загрязнителями здесь так же являются группа тяжелых металлов, биогенные элементы и главные ионы (табл. 4).

Таблица 3

Превышение концентрации над ПДК<sub>рх</sub> по веществам за период 1991...2000 гг.

Створы	Cu	Fe	Нефт.	Фен	СПАВ	Mg	SO <sub>4</sub>	NO <sub>2</sub>	F
р. Талас – с. Жасоркен (с. Покровка) (0,7 км выше села)	1,43	1,68	–	–	–	–	–	–	–
р. Талас - г. Тараз (0,7 км выше сброса ГРЭС)	–	1,77	–	–	3,26	–	1,06	–	–
р. Талас – г. Тараз (0,7 км ниже выхода дренажных вод)	1,36	1,60	1,06	1,25	–	–	1,19	1,77	–
р. Талас – пос. Солнечный (0,5 км ниже гидропоста)	–	2,34	1,10	–	–	–	–	–	–
р. Аса – ж.д.ст.Маймак (0,2 км выше ж.д. станции)	1,54	1,58	–	83,33	–	2,44	1,47	1,12	–
оз. Бийликоль – с. Тасоткел (3 км А 20 от ОГП)	–	1,20	–	–	–	3,70	6,0	–	1,47

Современный период № 2 (с 2006 по 2017 годы) отличается от трех предыдущих, тем что наблюдается подъем в зоне высокого уровня загрязнения на р. Талас – с. Жасоркен, в остальных створах сохраняются

умеренный уровень загрязнения. Основными загрязнителями являются: биогенные вещества, тяжелые металлы, органические вещества и ядовитые (табл. 5).

Таблица 4

Превышение концентрации над ПДК<sub>рх</sub> по веществам за период 2001...2005 гг.

Створы	Cu	Fe	Mg	Нефт.	Фен	NH <sub>4</sub>	NO <sub>2</sub>
р. Талас – с. Жасоркен (с. Покровка) (0,7 км выше села)	1,94	1,41	1,13	–	–	1,18	–
р. Талас – г. Тараз (0,7 км выше сброса ГРЭС)	1,83	1,35	–	–	–	1,16	–
р. Талас – г. Тараз (0,7 км ниже выхода дренажных вод)	3,06	1,33	–	–	1,54	1,25	1,57
р. Талас – пос. Солнечный (0,5 км ниже гидропоста)	2,35	1,16	–	–	1,82	1,13	–
р. Аса – ж.д. ст. Маймак (0,2 км выше ж.д. станции)	1,88	1,46	–	1,18	1,27	1,23	–

Таблица 5

Превышение концентрации над ПДК<sub>рх</sub> по веществам за период 2006...2017 гг.

Створы	Cu	Fe	Hф	Фен	Mg	NH <sub>4</sub>	SO <sub>4</sub>	NO <sub>2</sub>	F	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
р. Талас – с. Жасоркен (с. Покровка) (0,7 км выше села)	3,20	1,49	–	1,26	–	1,19	–	16,26	–	6,45
р. Талас – г. Тараз (0,7 км выше сброса ГРЭС)	3,20	1,52	–	1,57	–	1,19	–	1,53	–	–
р. Талас – г. Тараз (0,7 км ниже выхода дренажных вод)	3,86	1,60	1,08	1,68	–	1,10	1,10	1,07	–	–
р. Талас – пос. Солнечный (0,5 км ниже гидропоста)	3,38	1,59	1,25	1,48	–	1,07	1,01	–	–	–
р. Аса – ж.д. ст. Маймак (0,2 км выше ж.д. станции)	3,14	1,70	1,12	1,29	–	1,01	1,67	1,98	1,32	–
р. Бериккара – а. Абдикадер	1,99	1,86	–	1,14	–	1,05	–	–	–	–
оз. Бийликоль – Зона отд. Ветерок (2 км от а. Абдикадер)	2,55	1,39	1,07	2,03	2,18	1,02	6,23	2,91	1,87	–
оз. Бийликоль – с. Тасоткел (3 км А 20 от ОГП)	2,85	1,37	–	–	2,11	–	6,46	–	1,71	–

Согласно проведенному анализу все периоды представлены ПДК<sub>рх</sub> всеми группами загрязняющих веществ, основными загрязняющими веществами являются тяжелые металлы: медь, железо. На втором месте биогенные вещества, затем главные ионы, органические и ядовитые вещества. В целом, за весь рассматриваемый период, вода р. Талас и притоков по рыбохозяйственным показателям на разных участках находится уверенно в зоне умеренного загрязнения. Степень загрязнения водных объектов бассейна р. Талас на исходный, промежуточный и современные периоды приведена в итоговых таблицах.

#### **Оценка качества поверхностных вод по хозяйственным нормам.**

Как было сказано выше, рыбохозяйственные критерии жестче, чем хозяйственные критерии, в связи с этим, по полученным результатам можно сказать, что экологическое состояние поверхностных вод бассейна по хозяйственным по отношению к рыбохозяйственным критериям отличаются в лучшую сторону. Согласно проведенному расчету и анализу комплексного индекса загрязняющих веществ, по хозяйственным критериям ПДК<sub>хб</sub> в период (с 1986 по 1990 годы) уровень загрязнения вод в реке Талас не превышал нормативных показателей.

Далее в переходный период (с 1991 по 2000 годы) во всех створах отмечается умеренный уровень загрязнения, основными загрязнителями явились тяжелые металлы, органические вещества и ядовитые вещества (табл. 6).

Таблица 6

Превышение концентрации над ПДК<sub>хб</sub> по веществам за период  
1991...2000 гг.

Створы	Fe	SO <sub>4</sub>	Фен	Mg	Мин	F
р. Талас – г. Тараз (0,7 км выше сброса ГРЭС)	1,14	–	–	–	–	–
р. Талас – г. Тараз (0,7 км ниже выхода дренажных вод)	–	–	1,25	–	–	–
р. Талас – пос. Солнечный (0,5 км ниже гидропоста)	1,01	–	–	–	–	–
р. Аса – ж.д.ст. Маймак (0,2 км выше ж.д.станции)	1,01	–	–	–	–	1,05
оз. Бийликколь – с. Тасоткель (3 км А 20 от ОГП)	–	1,20	–	3,70	1,36	1,57

В современный период 1 (с 2001 по 2005 годы) так же уровень загрязнения находится у мереном диапазоне, основными загрязнителями явились, органические вещества и ядовитые вещества (табл. 7).

Современный период 2 (с 2006 по 2017 годы) во всех створах характеризуется так же умеренным уровнем загрязнения в диапазонах от

1,14 до 1,88 ПДКхб, основными загрязнителями явились органические вещества, главные ионы и ядовитые вещества (табл. 8).

Таблица 7

Превышение концентрации над ПДКхб по веществам за период  
2001...2005 гг.

Створы	Фен	F	Mg
р. Талас – с. Жасоркен (с. Покровка) (0,7 км выше села)	–	–	1,13
р. Талас – г. Тараз (0,7 км ниже выхода дренажных вод)	1,54	–	–
р. Талас – пос. Солнечный (0,5 км ниже гидропоста)	1,82	–	–
р. Аса – ж.д. ст. Маймак (0,2 км выше ж.д.станции)	1,27	1,0	–

Таблица 8

Превышение концентрации над ПДКхб по веществам за период  
2006...2017 гг.

Створы	Фен	Mg	Мин	SO <sub>4</sub>	F
р. Талас – с. Жасоркен (с. Покровка) (0,7 км выше села)	1,26	–	–	–	–
р. Талас – г. Тараз (0,7 км выше сброса ГРЭС)	1,57	–	–	–	–
р. Талас – г. Тараз (0,7 км ниже выхода дренажных вод)	1,68	–	–	–	–
р. Талас – пос. Солнечный (0,5 км ниже гидропоста)	1,48	–	–	–	–
р. Аса – ж.д.ст.Маймак (0,2 км выше ж.д.станции)	1,29	–	–	–	1,25
оз. Бийликоль – зона отд. Ветерок (2 км от а. Абдикадер)	1,14	–	–	–	–
оз. Бийликоль – с. Тасоткел (3 км А 20 от ОГП)	–	2,11	1,40	1,29	1,83

Согласно проведенному анализу все периоды представлены ПДКхб всеми группами загрязняющих веществ, основными загрязняющими веществами являются главные ионы, на втором месте органические вещества, затем тяжелые металлы, биогенные и ядовитые вещества.

**Гидрохимическая типизация рек.** По результатам расчетов комплексного индекса загрязнения воды проведена эколого-гидрохимическая типизация основных водотоков бассейнов реки Талас по рыбохозяйственным и хозяйственно-бытовым нормативам за расчетные периоды. Типизация выполнена на электронной карте с использованием современных ГИС-технологий.

Русло рек разбивалось на участки так, чтобы гидрохимические створы располагались посередине данного участка. Тем самым гипотетически распространяя вверх и вниз по течению уровень загрязнения вод. Такой метод позволяет наглядно продемонстрировать в цветах степень загрязнения водных объектов по всей длине реки.

**Оценка качества поверхностных вод по трансграничным створам.** Казахстан относится к категории стран с большим дефицитом водных ресурсов. В настоящее время трансграничные водные объекты, к которым относятся реки Шу и Талас, в значительной степени загрязняются различными предприятиями, коммунальными службами городов, сельскохозяйственным комплексом и т.д., что представляет собой реальную экологическую угрозу.

Основным створом, который в полной мере дает возможность проследить динамику загрязнения, является створ в с. Жасоркен. Данный створ находится в непосредственной близости к границе и имеет полный ряд данных за все рассматриваемые периоды.

Как было отмечено ранее, воды реки Талас за весь рассматриваемый период, на разных участках принадлежат к категории «умеренно загрязнённой».

По критериям КИЗВрх можно видеть, что в период с 1988 по 1990 годы уровень находится на начальной степени умеренного загрязнения, основным загрязняющим веществам явилось железо – 0,06 мг / дм<sup>3</sup>. В переходный период (с 1991 по 2000 годы) наблюдается небольшое увеличение уровня загрязнения, здесь основным загрязнителем явились: железо – 0,238 мг / дм<sup>3</sup>, медь – 1,76 мкг / дм<sup>3</sup>. В современный период 1 (с 2001 по 2005 годы) наблюдается тенденция на небольшое уменьшение уровня загрязняющих веществ, здесь основными загрязняющими веществами явились медь – 2,77; железо – 0,178 мг/дм<sup>3</sup>; азот аммонийный – 0,446 мг / дм<sup>3</sup>, и магний – 45,08 мг / дм<sup>3</sup>. В современный период 2 (2006...2017 гг.) происходит увеличение уровня до высокого, здесь основными загрязнителями явились: азот нитритный – 0,325 мг/дм<sup>3</sup>; фосфаты – 1,62 мг/дм<sup>3</sup>; медь – 4,73 мкг/дм<sup>3</sup>; железо – 0,18 мг/дм<sup>3</sup>; фенолы – 0,0013 мг/дм<sup>3</sup> и азот аммонийный 0,48 мг/ дм<sup>3</sup>.

Ситуация с концентрацией загрязняющих веществ по хозяйственным показателям несколько отличается, так в современный период 1 (с 2001 по 2005 гг.) и современный период 2 (с 2006 по 2017 гг.) наблюдается поднятие загрязнения до умеренного уровня. Так в начальный (с 1988 по 1990 гг.) и переходные периоды (с 1991 по 2000 гг.) можно видеть, что показатели находятся в диапазоне умеренного загрязнения, основными загрязняющими веществами явились магний и фенолы. Приток второго порядка – река Аса – берет начало на территории Республики Кыргызстан, поэтому так же важно показать уровень ее загрязнения. По критериям

КИЗВрх в период с 1988 по 1990 гг. уровень загрязнения находится на начальной степени умеренного загрязнения, основными загрязняющими веществами были железо – 0,122 мг / дм<sup>3</sup>; нефтепродукты – 0,067 мг / дм<sup>3</sup>. В переходный период (с 1991 по 2000 гг.) наблюдается небольшое увеличение уровня загрязнения, здесь основными загрязнителями явились фенолы – 0,001 мг / дм<sup>3</sup>; магний – 29,3 мг / дм<sup>3</sup>; железо – 0,302 мг / дм<sup>3</sup>; медь – 2,0 мкг / л; сульфаты – 147,5 мг / дм<sup>3</sup>; азот нитритный – 0,02 мг / дм<sup>3</sup>. В современный период 1 (с 2001 по 2005 гг.) наблюдалась тенденция на небольшое уменьшение уровня загрязняющих веществ, здесь основными загрязняющими веществами была медь – 2,76 мкг / дм<sup>3</sup>; железо – 0,168 мг / дм<sup>3</sup>; азот аммонийный – 0,492 мг / дм<sup>3</sup>; фенолы – 0,001 мг / дм<sup>3</sup> и нефтепродукты – 0,064 мг / дм<sup>3</sup>. В современный период 2 (2006...2017 гг.) происходит увеличение уровня загрязнения до высокого, здесь основными загрязнителями были медь – 4,87 мкг / дм<sup>3</sup>; сульфаты – 167,1 мг / дм<sup>3</sup>; фенолы – 0,001 мг / дм<sup>3</sup>; нефтепродукты – 0,056 мг / дм<sup>3</sup>; азот аммонийный – 0,383 мг / дм<sup>3</sup>; азот нитритный – 0,040 мг / дм<sup>3</sup>; железо – 0,22 мг / дм<sup>3</sup>.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. «Ежегодные данные о качестве поверхностных вод Республики Казахстан» – 1988-2017 гг. – РГП «Казгидромет».
2. Алекин О.А. Общая гидрохимия. – Л.: Издательство ЛГУ, 1948. – 186 с.
3. Алекин О.А. Основы гидрохимии. – Л.: Гидрометеиздат, 1970. – 444 с.
4. Метелев В.В., Канаев А.И., Дзасохова Н.Г. Водная токсикология. – М.: Колос, 1971. – 248 с.
5. Методические рекомендации по комплексной оценке качества поверхностных вод по гидрохимическим показателям / Под общей редакцией академика РАВН, д.т.н. профессора М.Ж. Бурлибаева. – Астана: МООС РК, 2012.– 83 с.
6. Никаноров А.М. Гидрохимия – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – 351 с.
7. Санитарные правила «Санитарно-эпидемиологические требования к водоемным сооружениям, местам водозабора для хозяйственно-питьевых целей, хозяйственно-питьевого водоснабжения и местам культурно-бытового водопользования и безопасности водных объектов» (утверждены приказом Министра национальной экономики Республики Казахстан от 16.03.2015 г. № 209).

Поступила 21.11.2020

Техн. ғылымд. докт.	М.Ж. Бурлибаев
	И.В. Шенбергер
Химия ғылымд. канд.	Р.К. Кайдарова
PhD	Д.М. Бурлибаева
PhD	К.Т. Нарбаева

## ТАЛАС ЖӘНЕ АСА ӨЗЕНДЕРІНІҢ ГИДРОХИМИЯЛЫҚ РЕЖИМІН ТРАНСФОРМАЦИЯЛАУДАҒЫ ТРАНСШЕКАРАЛАЛЫҚТЫҢ РӨЛІ ТУРАЛЫ

**Түйін сөздер:** гидрология, гидрохимия, токсикология, антропогендік ластану, трансшекаралық өзен, шектес мемлекет тарапынан ластану, бас иондар тобы, ауыр металдар, органикалық және биогенді заттар, улы заттар

*Талас және аса өзендерінің гидрохимиялық режимін басқаруды елемеу осы су ағындарының транзиттік ағынының жаппай ластануына әкеледі. Бұл өз кезегінде жақын болашақта тараз сияқты ірі қаланың ауыз су көзі болып табылатын жер асты суларының ластануына әсер етуі мүмкін. Сондықтан бұл мақала тек белгіленген су ағындарының жер үсті суларының ластануын зерттеуге арналған.*

M.Zh. Burlibaev, I.V. Schenberger, R.K. Kaidarova, D.M. Burlibaeva,  
K.T. Narbaeva

## ON THE ROLE OF TRANSBOUNDARY IN TRANSFORMATION OF THE HYDROCHEMICAL REGIME OF THE TALAS AND ASA RIVERS

**Key words:** hydrology, hydrochemistry, toxicology, anthropogenic pollution, transboundary river, pollution from a neighboring state, a group of main ions, heavy metals, organic and biogenic substances, toxic substances

*Ignoring the hydrochemical regime of the Talas and Asa rivers leads to the widespread pollution of the transit runoff of these watercourses. This, in turn, may affect in the near future the pollution of groundwater, which is the source of drinking water for such a large city as Taraz. Therefore, this article is devoted exclusively to the study of surface water pollution of the designated watercourses.*

УДК 504.3.054

К.Т. Елеуова<sup>1</sup>  
М.А. Жунисова<sup>1</sup>  
Н.У. Кужагельдина<sup>1</sup>  
А.Т. Мамытова<sup>1</sup>

### АНАЛИЗ АЭРОСИНОПТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ФОРМИРОВАНИЯ ПЕРИОДОВ С ВЫСОКИМ УРОВНЕМ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПО Г. УСТЬ-КАМЕНОГОРСК

**Ключевые слова:** неблагоприятные метеорологические условия, интегральный показатель загрязнения воздуха, предельно допустимая концентрация, экстремально высокое загрязнение, загрязняющие вещества, статистические методы

*В статье представлен анализ аэросиноптических условий формирования периодов сильного загрязнения в г. Усть-Каменогорск. Для дней с высоким уровнем загрязнения воздуха в 2012...2017 гг. в г. Усть-Каменогорск были выявлены аэросиноптические условия, способствующие формированию высоких уровней загрязнения воздуха.*

**Введение.** В воздушный бассейн городов с выбросами промышленных предприятий и автотранспорта за год поступают миллионы тонн различных вредных веществ. В зависимости от количества выбросов, их периодичности, параметров источников, метеорологических условий, определяющих перенос, рассеивание выбросов и вымывание их атмосферными осадками, и многих других факторов формируется уровень загрязнения атмосферы.

Уровень загрязнения атмосферного воздуха в городах, наряду с объемами выбросов стационарных и передвижных источников, в значительной мере определяется метеорологическими условиями. В периоды, когда метеорологические условия способствуют накоплению вредных веществ в приземном слое атмосферы, концентрации примесей могут существенно возрасти при обычных объемах выбросов и даже достигать значений, соответствующих критериям высокого загрязнения (ВЗ) и экстремально высокого загрязнения (ЭВЗ). Работы по прогнозу

---

<sup>1</sup>РГП "Казгидромет", г. Алматы, Казахстан

загрязнения воздуха в городах и регулированию выбросов при неблагоприятных метеорологических условиях (НМУ) играют важную роль для обеспечения чистоты атмосферы. Развитие таких работ позволяет улучшить состояние воздушного бассейна в городе в короткое время без существенных затрат и усилий.

Для решения задачи прогноза уровня загрязнения воздуха по городу в целом изучаются метеорологические условия, определяющие уровни загрязнения, и разрабатываются статистические схемы [3, 6].

Основным принципом разработки вопросов прогнозирования загрязнения воздуха в городе, в том числе разработки статистических схем прогноза, является максимальный учет характера физического процесса распространения примесей в атмосфере и особенностей влияния метеорологических условий на концентрации примесей в воздухе в конкретных городах. Поэтому разработки должны проводиться по материалам наблюдений в каждом отдельном городе [2].

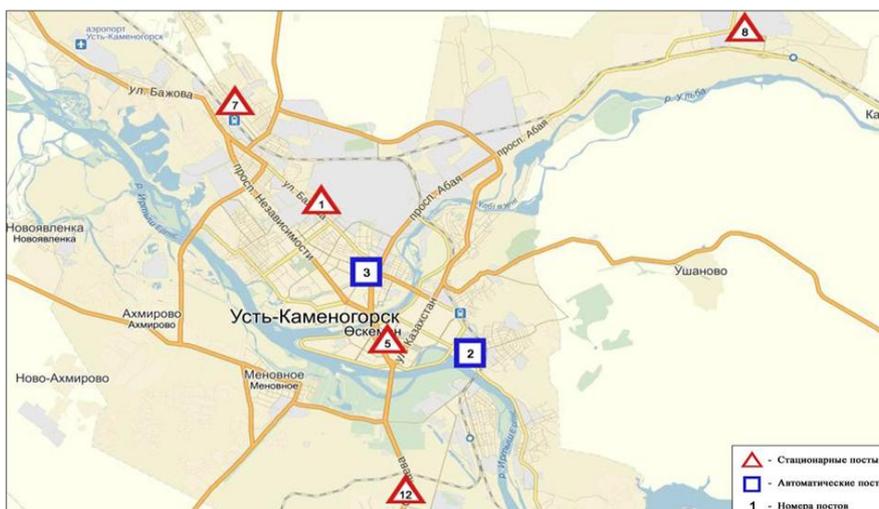
Одним из самых загрязненных городов Казахстана является г. Усть-Каменогорск – промышленный город с множеством предприятий, которые работают на добыче и переработке сырья и, главным образом, тяжёлых металлов [1]. Среди них есть несколько гигантов, свинцово-цинковый комбинат, Ульбинский металлургический завод (производит высокотехнологичную урановую, бериллиевую и танталовую продукцию), титано-магниевого комбинат, а также многочисленные теплоэлектростанции. Все это вносит большой вклад в загрязнение воздушного бассейна города.

Целью данной работы является анализ аэросиноптических условий, способствующих формированию высокого уровня загрязнения воздуха в городе Усть-Каменогорск для разработки в дальнейшем методики прогноза загрязнения.

**Использованные данные.** Для оценки уровня загрязнения атмосферы в городе Усть-Каменогорск создана сеть постов общегосударственной службы наблюдений и контроля за загрязнением атмосферы. На них определяется содержание в атмосфере различных вредных веществ. Наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха на территории города проводятся на стационарных постах с ручным забором воздуха и постах автоматических наземных комплексов.

Согласно РД 52.04.306-92 [5], исследования должны проводиться используя однородные сопоставимые между собой данные, измеренные по

одним методикам, имеющие целостные ряды наблюдений, соизмеримые между собой. Поэтому выбрано только пять ПНЗ: № 1, 5, 7, 8, 12. Посты расположены в различных частях города (рис. 1).



*Рис.1. Расположение сети постов общегосударственной службы наблюдений и контроля над загрязнением атмосферы по г. Усть-Каменогорск.*

На всех постах определяются следующие основные загрязняющие вещества: взвешенные частицы; оксид углерода; диоксид серы; диоксид азота; оксид азота; формальдегид; шестивалентный хром.

Для анализа были привлечены следующие материалы: ежедневные данные постов о концентрациях примесей в воздухе г. Усть-Каменогорск за 2012...2017 гг. по ПНЗ № 1, 5, 7, 8, 12; аэросиноптические материалы РГП «Казгидромет» за период с 2012 по 2017 годы; ежедневные прогностические метеограммы вычислительного Центра РГП «Казгидромет» по крупным городам РК.

**Описание методики и результаты.** Для характеристики загрязнения воздуха по городу в целом, по рекомендации ГГО, в качестве характеристики фонового загрязнения воздуха используется параметр «Р» [5]:

$$P = \frac{m}{n}, \quad (3)$$

где n – общее количество наблюдений за концентрацией примесей в городе в течение одного дня на всех стационарных пунктах, m – количество наблюдений в течение того же дня с концентрациями q,

превышающими среднесезонную величину  $q_{\text{ср.сез.}}$  более, чем в 1,5 раза ( $q > 1,5 q_{\text{ср.сез.}}$ ).

Параметр  $P$  может изменяться от 1 (когда все измеренные концентрации превышают  $1,5 q_{\text{ср.сез.}}$ ) до 0 (ни одна из концентраций не превышает  $1,5 q_{\text{ср.сез.}}$ ).

Параметр  $P$  – это интегральный показатель загрязнения воздуха в городе, который является частотной характеристикой и представляет собой отношение числа существенно повышенных концентраций примесей в воздухе, измеренных в течение дня, к общему числу измерений в течение этого же дня [4].

Для расчета параметра  $P$  и его использования в качестве характеристики уровня загрязнения воздушного бассейна по городу в целом необходимо соблюдение следующих условий:

- количество стационарных пунктов в городе должно быть не менее трех;

- количество наблюдений за концентрациями примесей в воздухе на всех постах в течение дня должно быть не менее 20.

В данном исследовании был рассчитан параметр  $P$  по всем примесям. Предварительно рассчитывались среднесезонные значения концентраций для каждого стационарного пункта по отдельным примесям за каждый год и в сумме по всем пяти постам, определена среднесезонная концентрация по всем постам за каждый год и за весь период.

За период 2012...2017 гг. по данным ПНЗ г. Усть-Каменогорск были выбраны отдельные случаи с наибольшими значениями параметра  $P$ , соответствующие высокому уровню загрязнения равному 0,35 или более. По выбранным дням за весь период проведен анализ интегральных показателей  $P$ , соответствующих концентрации примесей в этот день, анализ величины  $1,5 q_{\text{ср.сез.}}$ , были рассчитаны случаи превышения ПДК по примесям и превышение величины  $1,5 q_{\text{ср.сез.}}$  [6] (табл. 1).

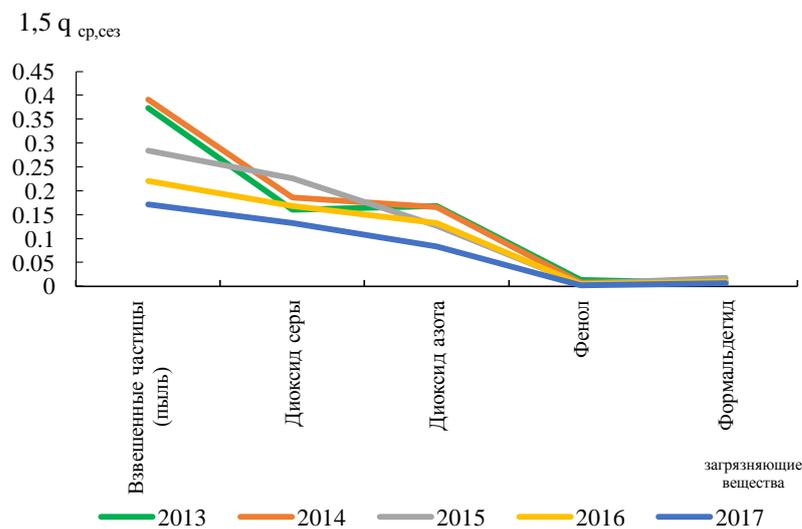
В методических указаниях по составлению прогноза загрязнения воздуха в городах Республики Казахстан [3] описаны синоптические условия загрязнения воздуха, зависимость уровня загрязнения воздуха в г. Усть-Каменогорск от аэросиноптической ситуации, установлены типы барических полей, при которых наблюдаются случаи высокого загрязнения воздуха. За период 2012...2017 гг. был проведен анализ аэросиноптических материалов по датам с ВУЗВ, изучены синоптические ситуации и погодные условия.

Таблица 1

Средние значения параметра Р и средние концентрации примесей

Срок	Взвешенные частицы (пыль)	Диоксид серы	Диоксид азота	Фенол	Формальдегид	Р
1,5 $q_{ср,сез}$ , 5 ПНЗ 2013 г,	0,37	0,16	0,17	0,01	0,01	
Превышение 1,5 q (число случаев)	5	0	6	0	11	0,37
1,5 $q_{ср,сез}$ , 5 ПНЗ 2014 г,	0,39	0,19	0,17	0,01	0,01	
Превышение 1,5 q (число случаев)	5	0	6	2	4	0,28
1,5 $q_{ср,сез}$ , 5 ПНЗ 2015 г,	0,28	0,23	0,13	0,00	0,02	
Превышение 1,5q (число случаев)	9	0	7	4	0	0,33
1,5 $q_{ср,сез}$ 5 ПНЗ 2016 г.	0,22	0,17	0,13	0,00	0,01	
Превышение 1,5 q (число случаев)	9	0	7	7	6	0,48

**Обсуждение и анализ результатов.** Анализ показал, что в дни с высоким уровнем загрязнения воздуха по интегральному показателю Р на всех постах города (ПНЗ № 1, 5, 7, 8, 12) отмечались концентрации различных примесей, превышающие ПДК в 1...6 раз, а превышение концентрации примесей над величиной 1,5  $q_{ср,сез}$  концентрации в теплый и зимний период составило от 1 до 5 раз (рис. 2).

Рис. 2. Изменение 1,5  $q_{ср,сез}$  за 2013...2017 гг.

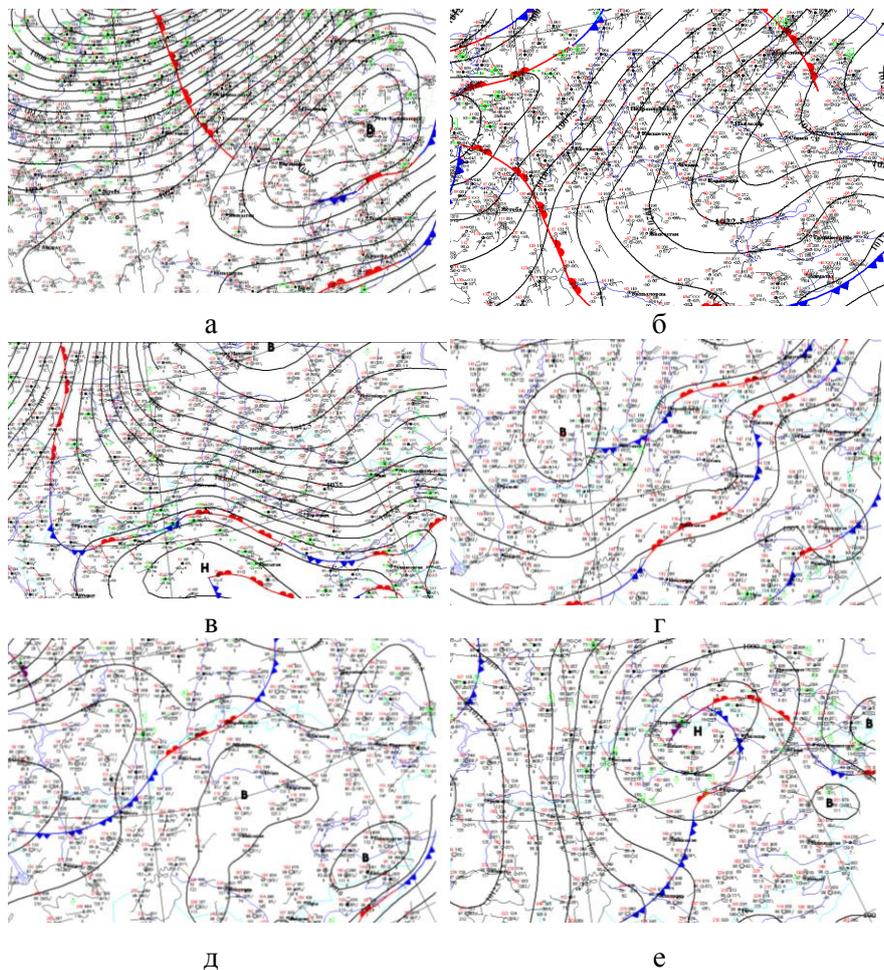


Рис. 3. Синоптическая ситуация при разных условиях: а) Антициклон 27.02.2013 г., срок 00; б) Западная и юго-западная периферия Антициклона 08.04.2013 г., срок 00; в) Южная периферия Антициклона 19.11.2015 г., срок 00; г) Мало градиентное поле пониженного давления 27.05.2016 г., срок 00; д) Мало градиентное поле повышенного давления 27.05.2016 г., срок 00; е) Теплый сектор циклона 17.07.2016 г., срок 00.

Таким образом, параметр Р может использоваться в прогнозе неблагоприятных метеорологических условий загрязнения воздушного бассейна г. Усть-Каменогорск в качестве индикатора накопления или рассеивания загрязняющих веществ [4]. Для дальнейшего анализа были отобраны дни с наибольшими значениями параметра Р, соответствующие высокому уровню загрязнения более 0,35. Для этих дней проводился анализ аэросиноптических условий. Выявлены основные синоптические

процессы при которых формируется высокий уровень загрязнения воздуха (рис 3):

- Антициклон;
- западная и юго-западная периферия Антициклона;
- южная периферия Антициклона;
- мало градиентное поле пониженного давления;
- мало градиентное поле повышенного давления;
- теплый сектор циклона.

Характерными особенностями наличия высокого загрязнения при всех отмеченных синоптических ситуациях являются следующие характеристики погоды:

- штиль или слабый ветер у земли;
- на высоте АТ 850 ветер от 2 до 7 м/с;
- наличие приземных инверсий в слое от 0 до 2 км интенсивностью от 2 °С до 15 °С;
- синоптическая ситуация отмечается над районом двое суток и более.

Все вышеперечисленные метео параметры в совокупности образуют условия застоя воздуха, образования неблагоприятных условий в воздушном бассейне г. Усть-Каменогорск для загрязнения воздуха в приземном слое.

Полученные результаты в дальнейшем будут использованы для разработки прогностических схем загрязнения воздушного бассейна.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1) Базарханова С.Т., Науканова Г.К., Пивоваров Е.И., Баймаканова Ф.С., Жахметов Р.Т. Влияние факторов внешней среды на здоровье населения города Усть-Каменогорск // Вестник КазНМУ. – №3 (3) – 2014. – С. 171-175.
- 2) Безуглая Э.Ю., Смирнова И.В. Воздух городов и его изменения. Санкт-Петербург: Астерикон, 2008. – 253 с.
- 3) Методические указания по составлению прогноза загрязнения воздуха в городах Республики Казахстан.
- 4) Наставление по прогнозу НМУ и прогнозу уровня загрязнения воздуха по параметру Р.
- 5) РД 52.04.306-92. Охрана природы. Атмосфера. Руководство по прогнозу загрязнения воздуха. Утвержден 31.01.1992.

- 6) Санитарно-эпидемиологические правила и нормы к атмосферному воздуху от 28.02.2015 г. – №168.

Поступила 24.11.2020

К.Т. Елеуова  
М.А. Жунисова  
Н.У. Кужагельдина  
А.Т. Мамытова

**ӨСКЕМЕН ҚАЛАСЫНЫҢ ЛАСТАНУ ДЕҢГЕЙІ ЖОҒАРЫ  
КЕЗЕҢДЕРДІҢ ҚАЛЫПТАСУЫНЫҢ АЭРОСИНОПТИКАЛЫҚ  
ШАРТТАРЫН ТАЛДАУ**

**Түйін сөздер:** қолайсыз метеорологиялық жағдайлар, ауаның ластануының ажырамас индикаторы, шекті рұқсат етілген концентрация, өте жоғары ластану, ластаушы заттар, статистикалық әдістер

*Мақалада Өскемен қаласының ластану деңгейі жоғары кезеңдердің қалыптасуының аэросиноптикалық шарттарын талдау қарастырылған 2012...2017 жылдар аралығында ауаның ластану деңгейі жоғары күндер үшін Өскемен қаласында ауаның ластануының жоғары деңгейінің қалыптасуына ықпал ететін аэросиноптикалық жағдайлар анықталды.*

K.T. Eleuova, M.A. Zhunisova, N.U. Kuzhageldina,  
A.T. Mamytova

**ANALYSIS OF AEROSYNOPTIC CONDITIONS FOR  
THE PERIODS FORMATION WITH A HIGH POLLUTION  
LEVEL IN THE UST-KAMENOGORSK CITY**

**Key words:** unfavorable meteorological conditions, integral indicator of air pollution, maximum permissible concentration, extremely high pollution, pollutants, statistical methods

*The article presents an analysis of aerosynoptic conditions for the formation of severe pollution periods in Ust-Kamenogorsk. For days with high levels of air pollution in 2012...2017 In the city of Ust-Kamenogorsk, aerosynoptic conditions were identified, contributing to the formation of high levels of air pollution.*

---

УДК 53.072.12 : 532.543 : 532.592.7 : 627.131

PhD

И.В. Шенбергер<sup>1</sup>Е.М. Гоконова<sup>2</sup>Д.М. Бурлибаева<sup>1</sup>

**РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА РАСЧЕТА РАСПРОСТРАНЕНИЯ  
ВОЛНЫ ПРОРЫВА ПРИ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОЙ АВАРИИ  
КЫЗЫЛАГАШСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА С  
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА MIKE BY  
DHI**

**Ключевые слова:** плотина, водохранилище, алгоритм, волна прорыва, гидротехническое сооружение, поперечное сечение, гидродинамическая модель, зона затопления

*В статье рассматриваются вопросы построения гидравлических моделей распространения волны прорыва при гидродинамической аварии на водоподпорных гидротехнических сооружениях (плотинах). Описана структура алгоритма расчета распространения волны прорыва на основе применения программного комплекса Mike by DHI. Приведены теоретические основы гидродинамических расчетов прорыва грунтовой плотины. Рассмотрены случаи поверхностного и глубинного размыва тела грунтовой плотины.*

**Структура алгоритма расчета распространения волны прорыва.** Современная практика эксплуатации плотин и других гидротехнических сооружений речных гидроузлов показала, что сооружения, создающие водохранилища и воспринимающие напор воды, могут привести при авариях к возникновению чрезвычайных ситуаций на больших территориях с человеческими жертвами и огромными материальными ущербами.

Мировой опыт показывает возросшую вероятность аварий гидротехнических сооружений и прежде всего из-за прохождения паводков,

---

<sup>1</sup>ТОО «Казахстанское агентство прикладной экологии», г. Алматы, Казахстан

<sup>2</sup>ООО «ЭКХАЙДЕН», г. Москва, Россия

превышающих расчетные проектные значения уровней воды (недостаточен срок наблюдений за экстремальными паводками, климатические и антропогенные воздействия на сток). Среди техногенных катастроф по тяжести последствий и величине ущерба одно из первых мест занимают гидродинамические аварии, возникающие при разрушении плотин. Другой частой причиной аварий является старение сооружений.

Примером тому могут служить разрушение плотины на р. Кызылагаш в Аксуском районе Алматинской области произошедшее в марте 2010 г. в результате перелива воды через гребень.

В 2019 г. ТОО «КАПЭ» был выполнен проект «Разработка методической основы расчета волны прорыва, определения возможных зон затопления и объектов, попадаемых в данные зоны в результате разрушения тела плотины водоподпорного гидротехнического сооружения».

Одной из целей проекта была разработка алгоритма расчета распространения волны прорыва при гидродинамической аварии, что является очень важной задачей при разработке подобного рода проектов, т.к. от правильности его составления зависит конечный результат.

Для проведения моделирования были собраны, проанализированы и использованы следующие исходные данные [1]:

- гидрологические данные;
- данные по шероховатостям русла и поймы;
- поперечные сечения русла и поймы (для 1D модели);
- карты местности – топогеодезические и батиметрические данные по проектной территории (водохранилище, река и ее пойма, территории населенных пунктов и т.д.);
- цифровые модели рельефа (местности) пойменных территорий (для 2D модели);
- данные по сооружениям на реке и режиме их работы.

Детальность и точность модели и стоимости ее разработки напрямую зависят от наличия и качества этих данных. При этом возможно моделирование, как отдельных сооружений, так и каскада. В случае отсутствия требуемых исходных данных необходимо проведение определенного ряда дополнительных полевых изысканий (топогеодезические и батиметрические работы и т.д.), которые были выполнены в рамках указанного выше проекта.

Разработанный алгоритм расчета распространения волны прорыва при гидродинамической аварии, представлен на рис. 1.



Рис. 1. Алгоритм расчета распространения волны прорыва при гидродинамической аварии.

Первый блок из восьми стадий называется «создание гидравлической модели реки», т.е. по сути непосредственная разработка самой модели с применением специального программного обеспечения на основе использования методов аппарата математической статистики, математического моделирования, имитационного моделирования, речной гидравлики и физики природных процессов.

Второй блок – это непосредственно само моделирование на основе полученной модели и разработанных и принятых сценариев (вариантов) развития ситуации. При этом, обычно, с помощью модели просчитываются самые неблагоприятные сценарии, при самых неблагоприятных сочетаниях различных факторов, влияющих на моделируемую систему.

И третий блок – это полученные результаты моделирования речной системы, включая определение различных гидравлических показателей по поперечникам (расходы, уровни, скорости течения, параметры пропускной способности реки), границы зон затопления при различных сценариях, характеристики зон затопления (глубина, скорости течения потока, в различных точках и в различные моменты времени), перечни объектов, попадающих в зоны затопления при различных сценариях.

**Общее описание гидродинамической модели.** В настоящее время с развитием техники и технологий одним из методов, позволяющим прогнозировать уровеньный режим рек может служить имитационное или компьютерное моделирование. В данной работе в качестве метода моделирования была использован программный комплекс Mike by DHI, позволяющий моделировать одномерную и двумерную задачи гидродинамики, с использованием модуля прорыва плотины [1].

Используемый программный комплекс Mike 11 предназначен для разработки имитационных компьютерных моделей гидродинамических процессов, включая разрушение плотин, прорывные и паводковые волны и транспорт наносов.

Разработка компьютерной модели реки базируется на гидродинамическом модуле данного программного комплекса, который реализует неявную разностную схему расчета неустановившегося движения воды в водотоках основанную на уравнениях Сен-Венана [2..8]:

$$\frac{\partial Q}{\partial X} + \frac{\partial A}{\partial t} = q , \quad (1)$$

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial(\alpha Q^2 / A)}{\partial x} + gA \frac{\partial h}{\partial x} + \frac{gQ|Q|}{C^2 AR} = 0, \quad (2)$$

где,  $Q$  – расход потока,  $q$  – боковой приток (отток),  $h$  – глубина потока,  $A$  – площадь сечения потока,  $R$  – гидравлический радиус,  $C$  – коэффициент Шези,  $\alpha$  – коэффициент Буссинеска,  $g$  – ускорение силы тяжести,  $x$  – длина (свободная координата),  $t$  – время (свободная координата).

Уравнение (1) называется уравнение неразрывности, а (2) – уравнение количества движения (динамическое движение).

Численная схема позволяет рассчитывать докритические (спокойные) и сверхкритические (бурные) потоки.

В модуль включены блоки, описывающие работу гидротехнических сооружений, в т.ч. управляемых.

Гидравлическое сопротивление русла рассчитывается по формуле Маннинга:

$$C = \frac{R^{1/6}}{n} = MR^{1/6}, \quad (3)$$

где  $C$  – коэффициент Шези,  $R$  – гидравлический радиус,  $n$  – коэффициент шероховатости (по Маннингу  $n$ ),  $M$  – коэффициент шероховатости (по Маннингу  $M$ ).

В Модели существует возможность описания сопротивления русла сложной формы с неоднородной шероховатостью, а также калибровки зависимости, описывающей сопротивление, по натурным данным [1].

Граничные условия в программном комплексе Mike 11 могут быть заданы двух видов:

- $h$  или  $Q$  (глубины или расходы) как функции времени;
- связь между  $h$  и  $Q$   $f(h, Q)=0$  (только в устье).

Топология гидрографической сети задается описанием соединения между собой именованных линейных участков. Координатой в пределах участка является пикет. Местоположение любого створа, сооружения, притока и т.п. в дальнейшем задается парой имя участка/пикет.

В характерных створах задается геометрия сечения в виде описанных поперечников, т.е. набора координат  $X, Z$ , где  $Z$  – абсолютная отметка точки сечения, а  $X$  – расстояние точки до начала координат. В этом же поперечнике даются все дополнительные сведения о гидравлическом сопротивлении русла.

Между смежными створами геометрические и гидравлические характеристики при вычислениях интерполируются.

При наличии гидротехнических сооружений они привязываются к расчетной схеме (указывается имя участка и пикет) и снабжаются описанием, зависящим от типа сооружения.

В программном комплексе Mike 11 имеется возможность учета затопления земель, прилегающих к водотоку, как присоединенных емкостей (не учитываются при расчете динамики потока, но учитываются в уравнении неразрывности) [1].

Для расчета неустановившегося движения задаются начальные условия, т.е. состояние системы в нулевой (начальный) момент времени. Эти условия могут быть заданы различными способами:

- в виде начальных расходов и уровней в створах (между створами эти значения интерполируются);
- автоматически (система сама подбирает равновесное состояние, удовлетворяющее граничным условиям);
- заимствуются результаты предыдущего расчета по этой же модели (как продолжение расчета во времени).

Принятая в модели разностная схема предполагает задание сети расчетных точек, состоящей из перемежающихся точек, в которых вычисляется расход (Q-точки) и уровень (h-точки). Q-точки размещаются посредине между соседними h-точками, в то время как расстояние между h-точками может меняться. На гидротехнических сооружениях всегда размещаются Q-точки.

Густота расчетных точек задается пользователем, исходя из требуемой точности решения и обеспечения устойчивости вычислительного процесса.

Перед началом счета задается период расчета - начальное и конечное время. Граничные условия, зависящие от времени, должны перекрывать этот период.

В результате расчета для каждого момента времени в пределах заданного периода, т.е. во всех точках временной сетки, определяются расходы во всех Q-точках и уровни во всех h-точках, а также скорости, глубины, площади живых сечений, ширины по урезу воды, объемы, гидравлические параметры и т.д. в соответствующих Q и h точках. Результаты могут быть выведены полностью или частично в табличной и/или графич-

ческой форме. Эта же информация сохраняется во внутреннем формате в файлах результатов для последующего возможного использования.

**Расчет гидравлики прорыва грунтовой плотины.** Большинство гидроузлов содержит один или несколько подводящих/отводящих каналов, резервуар или водохранилище, дамбу/плотину и иногда другие гидротехнические сооружения такие как поверхностные или донные водосбросы и т.д. Кроме того, в нижнем бьефе русло может быть пересечено мостами, водопропускными или другими регулирующими сооружениями. Именно поэтому к описанию речной сети при моделировании прорыва плотин нужно подходить с достаточной аккуратностью, чтобы получать качественные результаты расчётов. В модели MIKE 11 нет ограничений на количество прорываемых и прочих гидротехнических сооружений.

Описание речной сети поперечными сечениями для случаев расчёта прорыва сооружений производится точно также как и для любых других расчётных модулей. Однако ввиду высокой нестационарности характера распространения затоплений, необходимо описывать топографию речной сети по возможности детальнее, используя как можно больше поперечных сечений, особенно там, где наблюдается частая перемена параметров сечений.

Также немаловажным аспектом является описание высотных отметок поперечных сечений до отметок заведомо выше наблюдаемого на этом участке максимального уреза воды во время прохождения паводков или половодий. В случае если смоделированный уровень воды окажется выше отметок бровок поперечника, MIKE 11 будет экстраполировать обработанные данные (в редакторе поперечных сечений).

Для расчета гидравлики прорыва грунтовой плотины используется специальный модуль, в котором описывается специальное гидротехническое сооружение, именуемое "плотина с прораном" и представляющее собой плотину, в которой может образоваться изменяющаяся во времени брешь-проран (поверхностный размыв) или грифон (глубинный размыв). В этом плане, с точки зрения моделирования возможных гидродинамических аварий плотины в MIKE 11, типы образования прорана в теле плотины можно разделить согласно схеме, представленной на рис. 2 [1, 10].

Расчёт прорыва плотины может быть основан на уравнении энергии, либо альтернативным способом – на уравнении прорыва NWS

DAMBRK (National Weather Service – Национальная метеорологическая служба США).

Развитие прорана во времени рассчитывается программой на основании данных о материале тела плотины.

#### Описание основных сооружений.

**Плотина.** В Q-точке (точка на продольном профиле, где заданы расходы воды), где расположено прорываемое сооружение (Кызылагашская плотина), уравнение количества движения заменяется уравнением истечения через водослив. Течение может быть, как критическое, так и докритическое. В процессе расчёта программа определяет режим течения, проверяя уровень энергии на сооружении и в следующей по течению h-точке (точка на продольном профиле, где заданы уровни воды) [10].



Рис. 2. Типы описания проранов в MIKE 11.

Так как уравнение количества движения для этой Q-точки не используется, то  $\Delta X$ , обычно используемый между поперечниками, в данном случае не имеет никакого значения. Однако максимальный шаг  $\Delta X$  должен быть больше, чем расстояние между соседними пикетами во избежание вставки промежуточных интерполированных поперечных сечений.

**Водосбросы и другие сооружения.** Если водосбросное сооружение сопрягается с плотинной отдельным каналом, то его можно описать как показано на рис. 3.

В узле, где соединяются два речных участка в верхнем бьефе, площадь зеркала принимается как сумма площадей в каждой h-точке (точка на продольном профиле, где заданы уровни воды). Таким образом, если реальная площадь зеркала водохранилища уже задана в соответствующей h-точке водохранилища, то в h-точке водосброса дополнительную пло-

щадь описывать не нужно. В этом случае ширина сечения и площадь зеркала должны быть заданы нулём. Площадь поперечного сечения, гидравлический радиус и т.д. могут быть описаны как для участка водохранилища [10].

В действительности нет жесткой необходимости задавать водосброс отдельным речным участком. Водосброс и прорываемое сооружение могут быть заданы как комплекс сооружений в одной и той же расчётной точке (два разных типа сооружения на одном пикете) (рис. 4). Единственная разница между описанием комплексного сооружения и сооружений на разных участках в том, что в первом случае в файле результатов расход через водосброс и проран будут суммироваться и выдаваться единым графиком временных рядов. Во втором случае расходы сооружений будут получены отдельно.

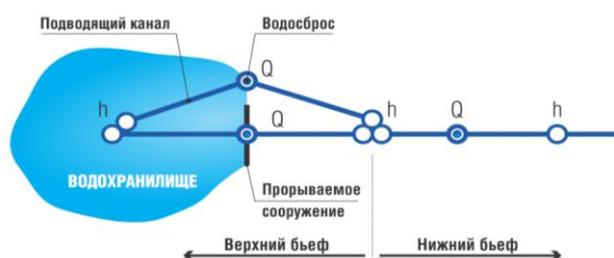


Рис. 3. Схематичное описание прорываемой плотины и водосбросного канала.



Рис. 4. Схема описания водосброса и прорываемого сооружения в одной точке.

**Поверхностный размыв тела плотины (проран).** При расчете развития прорана при поверхностном размыве тела грунтовой плотины задаются следующие параметры [1, 10]:

- размеры прорываемого сооружения;
- материал тела плотины: размер частиц  $D_{60}$ ; плотность частиц; пористость; критическое напряжение на сдвиг; коэффициент боковой эрозии.

- начальные условия развития прорана;
- ограничения развития прорана.

В случае поверхностного размыва (образование и развитие прорана) перелив через плотину похож на поток через водослив с широким порогом, но имеются два отличия:

- форма плотины изменяется со временем, т.к. проран увеличивается и гребень плотины укорачивается. Вследствие этого характеристика свободного перелива ( $Q-h$ ) через гребень и проран не может быть рассчитана заранее.
- характеристики  $Q-h$  для гребня плотины и для прорана отличаются друг от друга, и поэтому поток через гребень и поток через проран рассчитываются отдельно (рис. 5). Для обоих потоков используются уравнения водослива с широким порогом.



Рис. 5. Комбинированный поток через проран и гребень.

Целесообразно рассчитывать оба потока в рамках одного сооружения, т.к. они зависят от одной и той же геометрии. Проран изначально имеет форму трапеции. В процессе развития прорана трапеция увеличивается в размерах и изменяет форму. Начальная форма прорана описывается тремя параметрами (рис. 6): отметка дна прорана ( $H_B$ ); ширина прорана по дну ( $WB$ ); заложение откоса прорана ( $SS$ ).

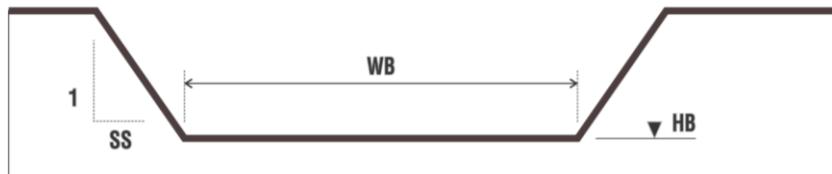


Рис. 6. Параметры геометрии прорана.

Развитие прорана может быть задано в двух вариантах: как известная функция времени и смоделировано, исходя из транспортирующей способности потока в проране (эрозионный процесс) [1, 10].

Параметры прорана с известной функцией во времени задаются во временных рядах в базе данных граничных условий самим пользователем. Время задается относительно начала перелива. Между заданными временами параметры линейно интерполируются, как показано на рис. 7. При этом, необходимо знать заранее и задать отметку дна прорана, ширину прорана и заложение откосов прорана как функцию времени. Данный метод может применяться, например, в случае моделирования разрушения затвора плотины или секции плотины, когда геометрические размеры образовавшегося прорана определены и известны.

Если выбран режим развития прорана вследствие размыва (эрозионный процесс), то должны быть заданы начальная и конечная формы прорана. Развитие прорана в течение шага времени рассчитывается, исходя из существующих условий в самом проране. Используется формула транспорта наносов Энгелунда-Хансена для расчета транспорта частиц в проране.

Сначала рассчитывается сопротивление потока в виде безразмерного касательного напряжения, основываясь на формулировке Энгелунда. Затем оно сравнивается с критическим касательным напряжением (критерий Шильдса), задаваемым пользователем.

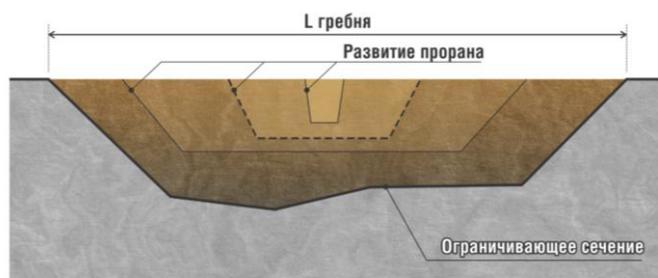


Рис. 7. Пример развития прорана при поверхностном размыве тела грунтовой плотины. Проран задан для времени 0 часов и 1 час. Пунктирная линия - результат интерполяции для времени 0,5 часа.

Если рассчитанное касательное напряжение больше критического, то рассчитывается транспорт наносов, иначе он принимается равным нулю.

**Глубинный размыв тела плотины (грифон).** При расчете развития прорана при глубинном размыве тела грунтовой плотины (грифон) задаются следующие параметры [1, 10]:

- размеры прорываемого сооружения;
- материал тела плотины;
- параметры размываемого отверстия: начальная отметка оси отверстия; начальный диаметр; шероховатость; коэффициент обрушения  $K$ ; коэффициент боковой эрозии;
- коэффициент выносимого материала после обрушения.

В случае глубинного размыва (грифона) протечка происходит сквозь тело плотины. Эрозия грунта вдоль образовывавшейся "трубы" вызывает расширение трубы и увеличение потока. В определенный момент времени плотина обрушивается в пустоту, образовавшуюся в результате подмыва. Такой сценарий моделируется как разновидность развития прорана вследствие размыва, т.е. имеются два варианта начала прорыва плотины:

- начало аварии из-за перелива;
- начало аварии из-за просачивания с образованием грифона (после обвала процесс размыва возвращается к случаю перелива, описанному выше).

Принятые допущения для аварии и типу грифона,

- сечение трубы круглое;
- труба горизонтальная;
- труба всегда работает полным сечением.

Положение центра трубы в поперечном сечении должно быть внутри поперечного очертания прорана и ограничивающего контура, если последний задан. Если окружность трубы выходит за эти пределы, гидравлические параметры берутся для сокращенного сечения, как показано на рис. 8.



*Рис. 8. Корректировка сечения трубы.*

Момент обрушения плотины определяется отношением диаметра трубы к расстоянию от гребня до верха трубы, как показано на рис. 9. Это

отношение задается пользователем, при превышении этого отношения часть плотины обрушивается, образуя проран [1, 10].

Форма прорана после разрушения верхней части показана рис. 10. Начальная ширина прорана приравняется к диаметру трубы. Обычно не весь обрушившийся материал выносится без выпадения на дно прорана. Это учитывается коэффициентом потери объема  $f_{lost}$ , который выражает долю материала, выносимого вниз немедленно после обрушения. Оставшийся материал равномерно располагается в проране, как показано на рис. 10. Следует заметить, что эти вычисления производятся с поперечными сечениями, а не с объемами, т.е. длина прорана и заложения откосов плотины не принимаются во внимание.



Рис. 9. Авария с образованием грифона. Схема и определение момента обрушения (Коэффициент обрушения – предельное отношение диаметра трубы  $D$  к толщине свода  $Y$ ).

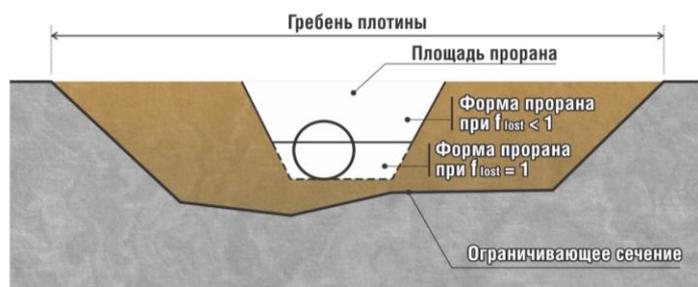


Рис. 10. Форма прорана после обрушения.

При этом, могут иметь место границы нерегулярной формы, за пределы которых проран не может развиваться. Это может быть скала или натуральное дно долины. Такой "жесткий" неразмываемый контур может быть задан в исходных данных, и в этом случае только часть трапеции в пределах этого контура будет использоваться при расчете прорана (рис. 11).

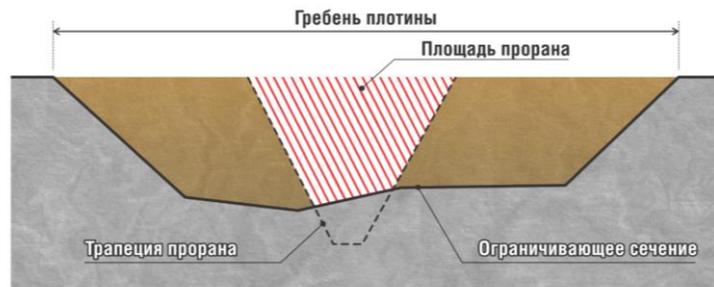


Рис. 11. Проран (заштрихованная площадь) – часть трапеции в пределах ограничивающего контура.

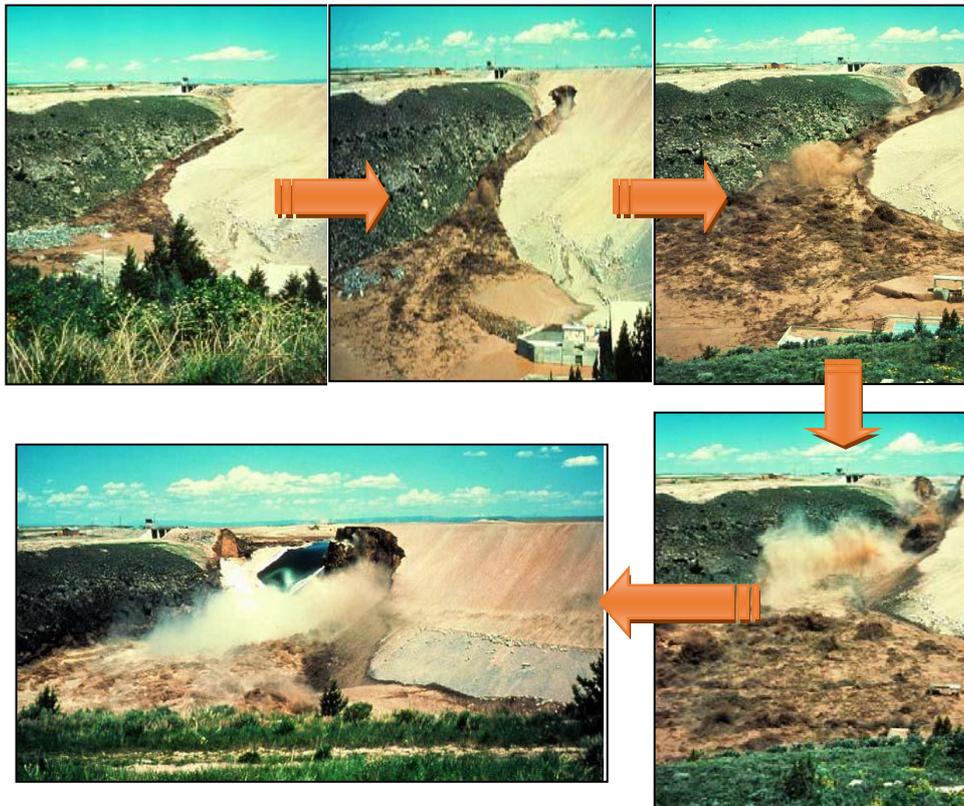


Рис. 12. Пример динамика развития прорана при глубинном размыве тела грунтовой плотины (плотина Титон в США, Teton Dam) [9].

На рис. 12 представлен пример демонстрирующий динамику развития прорана при глубинном размыве тела грунтовой плотины Титон (Тетон) в США (Teton Dam). Авария произошла 5 июня 1976 г. на каменно-

земляной плотине Титон (США), которая была сооружена в бассейне р. Снейк [9]. Плотина имела высоту 93 м, длину по гребню 1050 м; объём водохранилища 380 млн. м<sup>3</sup>. За два дня до аварии в правобережной части плотины была отмечена небольшая фильтрация – около 75 л/мин. 5 июня примерно в 5 м от правого борта и в 40...43 м ниже гребня фильтрация резко увеличилась и за 2 часа достигла 28 м<sup>3</sup>/с. Начался интенсивный вымыв грунта. Вскоре в верхнем бьефе образовался водоворот, свидетельствующий о том, что сооружение прорвано, и в течение 30 мин было смыто 40 % объёма плотины (около 3 млн. м<sup>3</sup> грунта). Волна прорыва, хлынувшая из водохранилища, размывла и затопила около 120 млн. га плодородных земель; были полностью разрушены тысячи зданий учреждений, предприятий и жилых домов в городах Титон, Шугар-Сити, Ньюдейл, Рексбург и др.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. MIKE 11. Компьютерное моделирование систем рек и каналов. Краткое руководство пользователя. НКФ «Волга». – Москва, 2006. – 73 с.
2. Большаков В.А., Константинов Ю.М., Попов В.Н., Даденков В.Ю. Справочник по гидравлике – Киев: Вища школа, 1977. – 279 с.
3. ВОДГЕО. Справочник по гидротехнике. – М.: ГИЗЛ по строительству и архитектуре, 1955. – 828 с.
4. Гришин М., Слиский С., Антипов А., Воробьев Г., Иванищев В., Орехов В., Пашков Г., Поспелов В., Рассказов Л. Гидротехнические сооружения. Часть 1. – Москва: Высшая школа, 1979. – 615 с.
5. Гришин М., Слиский С., Антипов А., Воробьев Г., Иванищев В., Орехов В., Пашков Г., Поспелов В., Рассказов Л. Гидротехнические сооружения. Часть 2. – Москва: Высшая школа, 1979. – 336 с.
6. Караушев А.В. Речная гидравлика. – Л.: Гидрометеиздат, 1969. – 418 с.
7. Киселев П.Г. (ред.) Справочник по гидравлическим расчетам. 4-е изд, перераб. и доп. – М.: Энергия, 1972. – 312 с.
8. Недрига В.П. Гидротехнические Сооружения – Справочник проектировщика. – Москва: Стройиздат, 1983.
9. Официальный сайт. <https://www.tetonwater.org/get-out/photo-gallery/teton-dam-series-9/>.
10. Применение моделирующей системы MIKE 11 для гидравлических расчётов прорыва плотин и накопителей. НКФ «Волга». – Москва, 2013. – 18 с.

Поступила 28.11.2020

PhD

И.В. Шенбергер  
Е.М. Гоконова  
Д.М. Бурлибаева

**MIKE BY DHI БАҒДАРЛАМАЛЫҚ КЕШЕНІН ПАЙДАЛАНА  
ОТЫРЫП, ҚЫЗЫЛАҒАШ СУ ҚОЙМАСЫНЫҢ  
ГИДРОДИНАМИКАЛЫҚ АВАРИЯСЫ КЕЗІНДЕ БҰЗЫЛУ  
ТОЛҚЫНЫНЫҢ ТАРАЛУЫН ЕСЕПТЕУ АЛГОРИТМІН ӘЗІРЛЕУ**

*Түйін сөздер:* бөгет, су қоймасы, алгоритм, серпінді толқын, гидротехникалық құрылым, көлденең қимасы, гидродинамикалық моделі, су басу аймағы

*Мақалада гидравликалық құрылыста (бөгеттерде) суды ұстау кезінде гидродинамикалық апат кезінде серпінді толқынның таралуына арналған гидравликалық модельдердің құрылысы туралы айтылады. DHI бағдарламалық пакетімен Майкты қолдану негізінде серпінді толқынның таралуын есептеу алгоритмінің құрылымы сипатталған. Жер бөгетінің ашылуының гидродинамикалық есептеулерінің теориялық негіздері келтірілген. Жер бөгеті денесінің беткі және терең эрозия жағдайлары қарастырылады.*

I.V. Schenberger, E.M. Gokonova, D.M. Burlibaeyva

**DEVELOPMENT OF AN ALGORITHM FOR CALCULATION OF  
BREAKTHROUGH WAVE PROPAGATION IN A HYDRODYNAMIC  
ACCIDENT OF A KYZYLAGASH RESERVOIR USING THE MIKE BY  
DHI SOFTWARE COMPLEX**

*Key words:* dam, reservoir, algorithm, breakthrough wave, hydraulic structure, cross section, hydrodynamic model, flood zone

*The article deals with the construction of hydraulic models for the propagation of a breakthrough wave in a hydrodynamic accident at water-retaining hydraulic structures (dams). The structure of an algorithm for calculating the propagation of a breakthrough wave based on the use of the Mike by DHI software package is described. The theoretical foundations of hydrodynamic calculations of the breakthrough of an earth dam are given. Cases of surface and deep erosion of the earth dam body are considered.*

УДК 551.577.3(551.524)

Р.М. Илякова<sup>1</sup>**КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СОВРЕМЕННОГО РЕЖИМА  
АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ НА ТЕРРИТОРИИ ЕРТИССКОГО  
БАССЕЙНА**

**Ключевые слова:** атмосферные осадки, аномалия, климатическая норма, внутригодовой ход, коэффициент линейного тренда, коэффициент детерминации, стандартное отклонение, высотная зависимость, тенденция, климатические индексы, экстремумы

*В статье приведены результаты оценки современного режима осадков и его изменений на территории Ертысского бассейна, за период 1976...2019 гг., где отмечается более ускоренное изменение глобального климата и климата Казахстана. Как известно, атмосферные осадки являются первоисточником поступления влаги на земную поверхность и во многом формируют водообеспеченность конкретной территории, поэтому знание об их пространственных и временных характеристиках играет одну из ключевых ролей при планировании устойчивого социально-экономического развития региона.*

**Объект исследования.** Бассейн реки Ертыс занимает всю северо-восточную и восточную часть Республики Казахстан (Восточно-Казахстанская и Павлодарская области). Территория бассейна характеризуется большим разнообразием физико-географических условий. Верхняя часть бассейна расположена в горной стране Алтая, с отчётливо выраженной вертикальной зональностью. Большая часть бассейна расположена в степной и лесостепной зонах, и лишь сравнительно небольшая нижняя часть бассейна лежит в лесной зоне. Верхняя часть Ертысского бассейна расположена в Китае (КНР), средняя часть бассейна площадью около 200 тыс. км<sup>2</sup> (с длиной по р. Ертыс 1637 км) находится на территории Казахстана, и нижняя часть бассейна площадью 1340 тыс. км<sup>2</sup> располагается на территории России. [5, 6].

---

<sup>1</sup>РГП "Казгидромет", г. Алматы, Казахстан  
122

**Исходные данные и методы исследования.** В работе использовались данные Республиканского гидрометеорологического фонда РГП "Казгидромет" по 34-м метеорологическим станциям:

1) ряды среднемесячных и годовых значений количества осадков за период 1976...2019 гг.; климатические нормы рассчитаны за период 1981...2010 гг.

2) ряды суточных значений количества осадков за период 1976...2019 гг. для расчета тенденций в экстремумах количества атмосферных осадков.

Метеорологические станции на территории Ертисского бассейна открывались поэтапно, первые станции были открыты в период 1876...1907 гг., следующие этапы быстрого развития метеорологической сети пришлось на 30-е и 50-е годы прошлого века, затем сеть постоянно увеличивалась, достигнув пика в 80-е годы 20 века. Все выбранные для анализа метеостанции имеют достаточно полные ряды наблюдений и проверены на качество и однородность наблюдений в соответствии с руководством ВМО, с помощью принятых в метеорологии статистических тестов, с применением программного продукта RhtestsV3 [10], разработанного Канадским Департаментом Климатических Исследований (Директорат Технических и Атмосферных наук, Торонто, Онтарио, Канада) в рамках Всемирной программы исследований климата ВМО. Пакет RhtestsV3 позволяет учитывать не только периодическую составляющую (например, сезонный цикл) и автокорреляцию ряда данных (с единичным лагом), но также выявлять климатическую неоднородность метеорологических рядов в условиях меняющегося климата, так как учитывает наличие линейного тренда. В RhtestsV3 используются тесты Стьюдента и Фишера (t-тест и F-тест), с помощью которых выявляются точки резкого изменения в средних значениях и в характеристиках изменчивости исследуемых величин.

При проверке на однородность был выбран 5 %-й уровень значимости. В результате, для оценки современного режима количества атмосферных осадков на территории Ертисского бассейна были выбраны метеостанции с относительно полными и качественными рядами наблюдений.

В качестве научного подхода в работе приняты рекомендации и руководства Всемирной метеорологической организации (ВМО) и разра-

ботки Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК) [1], направленные на выявление и масштабирование тенденций во временных рядах. Для анализа временных рядов количества атмосферных осадков также применялся традиционный аппарат математической статистики [2, 4 7].

В соответствии с рекомендациями ВМО под «нормой» в работе понимается среднегодовое значение рассматриваемой климатической переменной за период 1981...2010 гг. Аномалии количества осадков принято рассматривать как отклонения от нормы (аналогично температуре воздуха, или выраженных в процентах нормы), так и в процентах от нормы, то есть как процентное отношение количества выпавших осадков к значению нормы [8].

В качестве оценок изменений характеристики климата за определенный интервал времени используются коэффициенты линейных трендов, определяемые по методу наименьших квадратов. Мерой существенности тренда является коэффициент детерминации ( $R^2$ ), характеризующий вклад трендовой составляющей в полную дисперсию климатической переменной за рассматриваемый период времени (в %). Кроме того, для оценки статистической значимости тренда (достоверности) используются тест Фишера (F-test) и тест Стьюдента (t-test) при уровне значимости 5 % [10].

Для характеристики изменчивости количества атмосферных осадков было рассчитано среднеквадратическое отклонение, которое показывает меру отклонения наблюдений относительно среднего. Среднеквадратическое отклонение вычисляется как в абсолютной мере (°С, мм), так и в относительной (%) к среднему значению [2, 4, 7].

По высотным зонам количество метеостанций уменьшается с увеличением высоты места (табл. 1). Наибольшее количество метеостанций расположено на низменно-равнинной территории.

Таблица 1

Количественное распределение метеостанций Ертисского бассейна по высотным зонам

Высота, м / количество метеостанций					
50...200	201...400	401...600	601...800	801...1000	1001...1500
15	7	5	3	2	2

Для расчетов все выбранные метеостанции были объединены в три основные группы:

- равнинная территория (0...500 м),
- среднегорье (500...1500 м),
- высокогорье (> 1500 м).

**Анализ состояния современного изменения климата.** Ертисский бассейн расположен в центральной части Евразии, ее значительная удаленность от океанов обусловила формирование здесь континентального климата (резкие контрасты температуры воздуха зимы и лета, дня и ночи, засушливый характер). В зимний период Ертисский бассейн попадает под воздействие западного отрога Сибирского антициклона. Летом, в связи с прогреванием подстилающей поверхности на территории формируется термическая депрессия. Большую изменчивость погоды, особенно в переходные сезоны, обуславливают выходы южных циклонов, а также северные и северо-западные вторжения. Равнинный характер большей части исследуемой территории определяет здесь широтную географическую зональность ее климатов. В горных районах формируются климаты предгорных равнин и гор с вертикальной географической поясностью [5, 6].

**Режим осадков на территории Ертисского бассейна.** Как известно, на распределение количества осадков влияют главным образом циркуляционные процессы и рельеф. Так, количество и распределение атмосферных осадков на территории Ертисского бассейна определяется особенностями общей циркуляции атмосферы, в частности фронтальной деятельностью северо-западных и юго-западных циклонов.

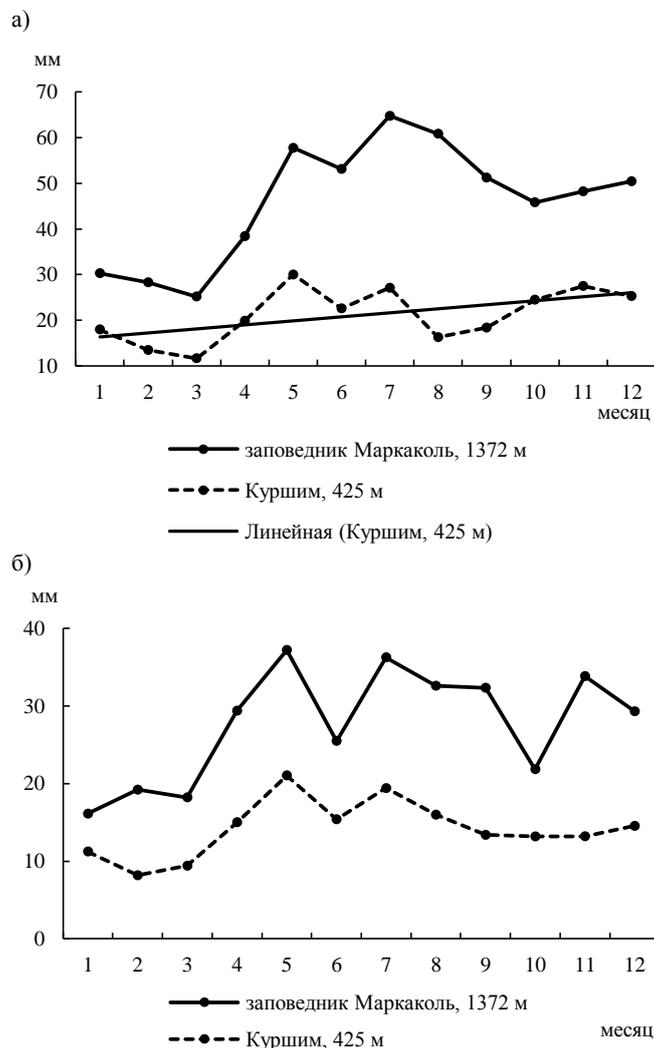
В бассейне р. Ертис отмечается неравномерное распределение осадков, связанное с разнообразием климатических и орографических условий. Большая часть площади бассейна реки занимает равнинная и низменно-равнинная территории степей с годовыми суммами осадков от 200 до 400 мм, на территории Жайсанской впадины пустынная зона с осадками менее 200 мм. С приближением к горным хребтам, под воздействием которых активизируются фронты, количество осадков возрастает. В предгорных долинах на высотах более 300 м и выше количество осадков увеличивается до 500...600 мм. На высотах 600 м и более количество осадков резко увеличивается до 800 мм, в связи с обострением атмосферных фронтов. Таким образом, изогеты на карте сгущаются и как бы очерчивают горные хребты. При этом, максимум осадков приходится на

высокогорные районы Алтайской горной системы: хребтов Коксуский и Ульби (более 1200 мм), хребта Листвяга (более 1000 мм), хребта Нарын (более 800 мм). Еще один максимум, менее значительный, более 800 мм, наблюдается в высокогорных районах северного склона хребта Тарбагатай. В бассейне р. Ертис максимум осадков приходится на летний сезон (119,2 мм), минимум – на зимний (52,9 мм). По данным метеостанций, наименьшее количество осадков на территории Ертисского бассейна выпадает на крайнем юго-востоке Кулундинской степи (МС Семиярка – 211 мм), а наибольшее – на западных склонах Коксуйского и Ульбинского хребтов (634 мм) [3, 5, 6].

Не менее важной климатической особенностью, наряду с количеством осадков, является их режим – распределение по сезонам года. По территории всего Ертисского бассейна наблюдается преобладание летних осадков, с максимальным количеством осадков в июле (49,8 мм). Количество атмосферных осадков в летний сезон на равнинной территории составляет 66,0...136,2 мм и 83,0...224,0 мм в среднегорье. В зимний период сумма осадков варьирует от 29,3 мм до 100,3 мм на равнине и от 20,8 мм до 110,1 мм в среднегорье. Весной и осенью атмосферных осадков выпадает примерно одинаковое количество: от 45,3...117,9 мм на равнине до 48,1...173,7 мм в среднегорье. Таким образом, на территории Ертисского бассейна большая доля осадков приходится на теплое время года, т.е. на весну и лето, меньшая – на зиму. Атмосферные осадки распределяются также неравномерно по территории бассейна, постепенно увеличиваясь с северо-запада на юго-восток во все сезоны [3].

На рис. 1 представлены графики внутригодового хода количества осадков и среднего квадратического отклонения месячных сумм осадков за период 1981...2010 гг. по некоторым метеостанциям Ертисского бассейна.

Временная изменчивость атмосферных осадков, которая характеризуется средним квадратическим отклонением, имеет хорошо выраженный ход и повторяет внутригодовые изменения самих многолетних сумм атмосферных осадков, т.е. годовой ход среднего квадратического отклонения аналогичен ходу месячных сумм осадков. Наибольшая изменчивость количества осадков наблюдается в теплые месяцы практически на всех представленных ниже метеостанциях и вносит наибольший вклад в изменчивость годового количества осадков. Кроме этого, прослеживается увеличение количества осадков с высотой (рис. 1).



*Рис. 1. Годовой ход месячных сумм осадков (а) и среднего квадратического отклонения количества осадков (б) за период 1981...2010 гг. по станциям Ертисского бассейна.*

**Наблюдаемые изменения количества атмосферных осадков на территории Ертисского бассейна.** Временные ряды аномалий годовых и сезонных сумм осадков за период 1976...2019 гг., рассчитанные относительно базового периода 1981...2010 гг. и пространственно осреднённые по территории Ертисского бассейна дают общее представление о характере современных изменений режима атмосферных осадков (рис. 2). За последние десятилетия прослеживается чередование

коротких периодов с положительными и отрицательными аномалиями количества осадков [3].

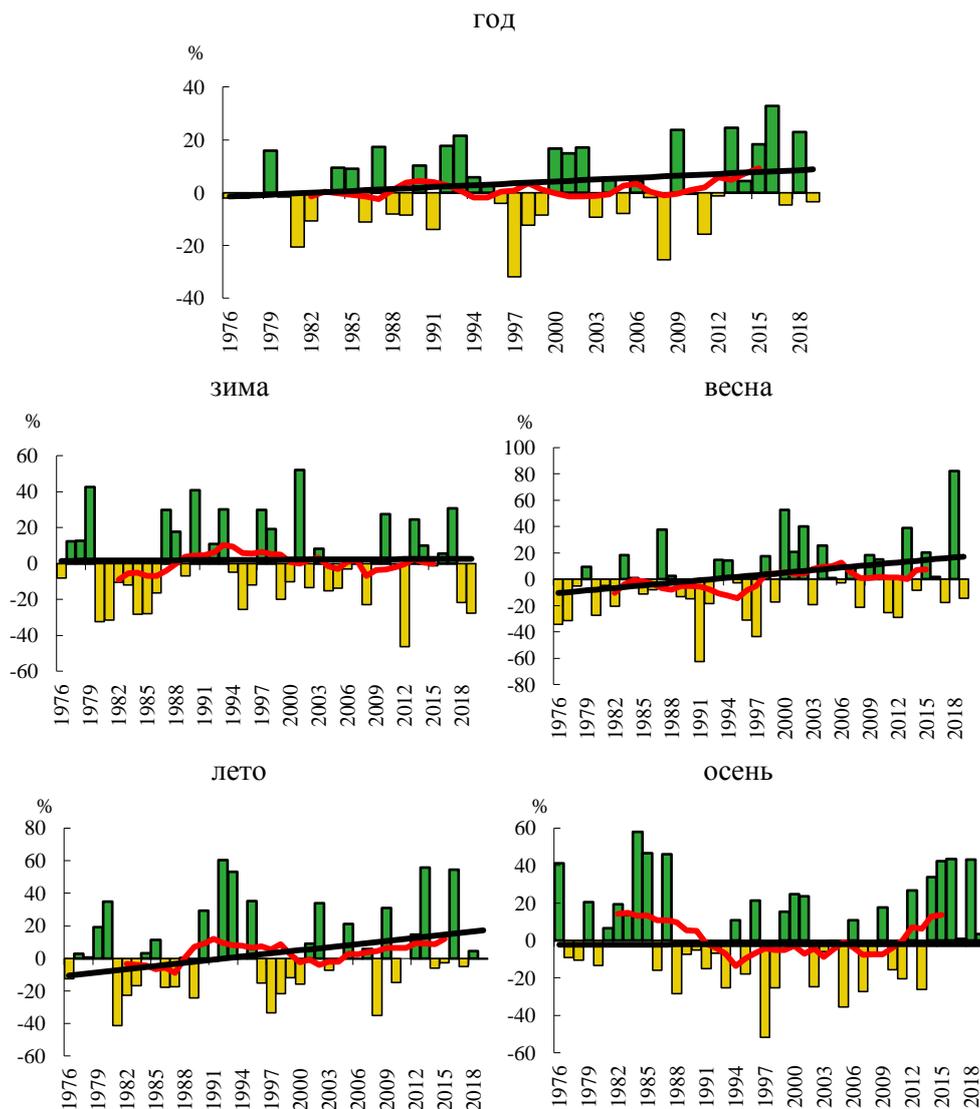


Рис. 2. Временные ряды аномалий годовых и сезонных сумм осадков (%), пространственно осредненных по территории Ертисского бассейна за период 1976...2019 гг. Аномалии рассчитаны относительно базового периода 1981...2010 гг. Линейный тренд за период 1976...2017 гг. выделен черным цветом. Сглаженная кривая получена 11-летним скользящим осреднением.

Таблица 2

Характеристики линейного тренда (мм/10 лет, %/10 лет) аномалий сезонных и годовых сумм атмосферных осадков, осредненных по территории Ертисского бассейна за период 1976...2019 гг. Аномалии рассчитаны относительно базового периода 1981...2010 гг.

Регион/область	Ед. изм	Год		Зима		Весна		Лето		Осень	
		a	R <sup>2</sup>	a	R <sup>2</sup>	a	R <sup>2</sup>	a	R <sup>2</sup>	a	R <sup>2</sup>
в целом по бассейну	мм	6,8		-0,3	0	4,0		3,2		0,0	
	%	2,2	4	-0,2		5,9	7*	2,9	2	0,0	0
равнина	мм	7,3		-0,5	0	4,0		3,7		0,1	
	%	2,6	4	-0,4		6,8	8*	3,3	2	0,3	0
среднегорье	мм	5,7		0,4	0	4,1		2,0		-0,3	
	%	1,4		0,5		3,6	4	2,3	1	-0,9	0

*Примечание:* a – коэффициент линейного тренда, %/10лет, мм/10 лет; R<sup>2</sup> – коэффициент детерминации,%; \* - выделены статистически значимые тенденции.

В среднем по Ертисскому бассейну за период 1976...2019 гг. тенденция увеличения годового количества атмосферных осадков составила 6,8 мм/10 лет (табл. 2). На равнинной территории и среднегорье атмосферные осадки увеличиваются на 7,3 и 5,7 мм/10 лет, соответственно. Весной и летом наблюдается рост количества осадков в целом за год и на различных высотах. Зимой неустойчивая тенденция к уменьшению количества осадков составляет 0,3...0,05 мм/10 лет в целом по бассейну и на равнине, а также осенью на территории бассейна выше 500 м.

Более детальную информацию о характере изменения режима атмосферных осадков по исследуемой территории дает пространственное распределение значений коэффициента линейного тренда для годовых, сезонных и месячных сумм осадков (%/10 лет), рассчитанных за период 1976...2019 гг. [3].

Тренды годового количества осадков на большей части Ертисского бассейна в основном положительны, но статистически незначимы. Статистически достоверное увеличение количества осадков прослеживается в предгорных и горных районах хребта Тарбагатай (6...7 %/10 лет).

Зимой устойчивый положительный тренд наблюдается на некоторых станциях Ертисского бассейна (10...14 %/10 лет). Статистически значимое уменьшение количества осадков наблюдается на МС Шемонаиха (11 %/10лет).

Весной скорость уменьшения количества осадков наблюдается к юго-востоку. Тренды, в основном, незначимы. Лишь на МС Ертис и МС Михайловка статистически значимое увеличение количества осадков составляет 9...10 %/10 лет.

Летом тренды в основном положительны (2...10 %/10 лет), но статистически незначимые.

Осенью незначительное уменьшение скорости количества осадков (1...6 %/10 лет) прослеживается по всей территории Ертисского бассейна. Все полученные тренды осеннего периода недостоверны.

Для характеристики годового хода атмосферных осадков были взяты средние многолетние месячные значения количества осадков по Ертисскому бассейну за период 2001...2019 гг. и за базовый период 1981...2010 гг. В годовом ходе средних многолетних месячных сумм осадков по территории бассейна за оба периода наблюдается рост количества осадков к лету и их уменьшение к зиме (рис. 3).

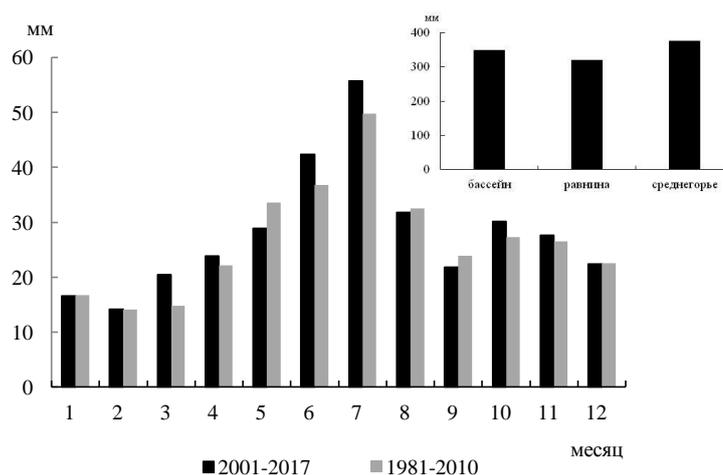


Рис. 3. Средние многолетние месячные суммы осадков (мм) в среднем по Ертисскому бассейну за период 2001...2019 гг. и базовый период 1981...2010 гг. Вставка: средние многолетние годовые суммы осадков по высотным зонам бассейнов за период 2001...2019 гг.

За период 2001...2019гг. максимум количества осадков приходится на июль, минимум за февраль. В марте, мае, апреле, июне, июле, октябре и ноябре количество осадков превысило норму на 5...40 %, в остальные месяцы недостаток влаги составил 1...5 %. Количество осадков в среднем

по территории бассейна составило 338 мм, на равнинной территории и среднегорье – 322 и 376 мм, соответственно (рис. 3).

Далее на рис. 4 представлены графики изменения количества осадков по Ертисскому бассейну за последние десятилетия. Максимальное количество атмосферных осадков наблюдалось за последнее десятилетие (2010...2019 гг.) в целом по бассейну, на равнинной территории и среднегорье – 346, 328 и 393 мм, соответственно.

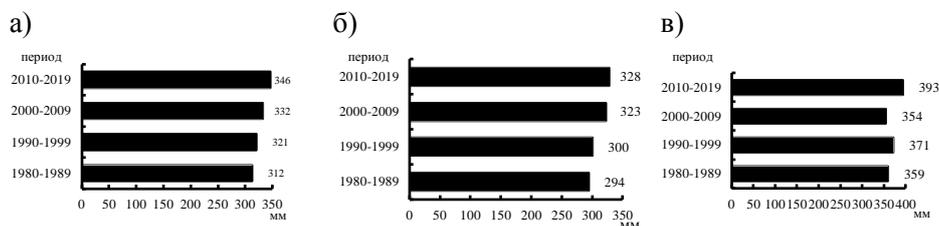


Рис. 4. Среднее по десятилетиям количество атмосферных осадков (мм): а – в среднем по Ертисскому бассейну, б – на равнине, в – в среднегорье.

Положительная тенденция количества осадков на территории Ертисского бассейна за период 1976...2019 гг. также прослеживается на рис. 5. Характер изменения месячного количества осадков отличается в зависимости от высотной зоны. Все полученные тренды статистически недостоверны, за исключением марта, когда устойчивый положительный тренд (2,91...3,09 мм/10 лет) наблюдался в целом по бассейну и его высотным зонам.

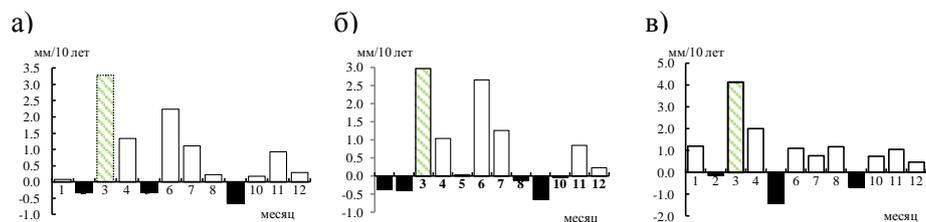


Рис. 5. Изменение средних месячных сумм осадков (мм/10 лет): а – в среднем по Ертисскому бассейну, б – на равнине, в – в среднегорье, в период 1976...2017 гг.

**Тенденции в экстремумах атмосферных осадков на территории Ертисского бассейна.** Для оценки тенденций в экстремумах количества осадков за период 1976...2019 гг. использовались индексы изменения климата, предложенные ВМО.

Незначительные тенденции от 0,02 до 2,3 мм/10 лет, как в сторону уменьшения, так и увеличения максимального суточного количества осадков наблюдались практически по всей территории Ертисского бассейна. Все полученные тренды статистически незначимы.

Анализ тренда доли экстремального количества осадков в годовой сумме осадков показал, что, в целом по территории Ертисского бассейна, наблюдались незначительные статистически незначимые положительные и отрицательные тенденции (0,1...3,4 %/10 лет). Увеличение экстремального количества осадков в летний период приводит к повышению риска возникновения эрозионных процессов, а в горных районах – селей дождевого генезиса.

На большей части территории Ертисского бассейна наметилась тенденция сокращения максимальной продолжительности периода без осадков (1...4 дня/10 лет). Все полученные тренды статистически недостоверны, за исключением МС Ертис, где устойчивое сокращение максимальной продолжительности периода без осадков составило 2 дня/10 лет.

**Выводы.** В период 1976...2019 гг. наблюдались следующие изменения количества осадков по территории Ертисского бассейна:

1. Увеличение годового количества осадков в среднем по Ертисскому бассейну на 6,8 мм/10 лет (2,2 %/10 лет). Слабая тенденция к уменьшению количества атмосферных осадков наблюдалась зимой в целом по бассейну и на равнинной территории на 0,3...0,5 мм/10 лет, и на 0,3 мм/10 лет осенью на высотах от 500 до 1500 м. Тенденции, в основном, статистически незначимы.
2. Тренды годового количества осадков на большей части Ертисского бассейна в основном положительные, но незначимые.
3. Осадки зимнего сезона уменьшаются с северо-запада на юго-восток. Наибольшая значимая скорость увеличения количества осадков зимнего сезона составляет 10...14 %/10 лет.
4. Весной отмечено уменьшение количества осадков к юго-востоку. Устойчивое увеличение количества осадков наблюдается на МС Ертис и Михайловка (9...10 %/10 лет).
5. Все полученные тренды летнего сезона положительны, но статистически незначимы (1...6 %/10 лет), за исключением МС Баршатас, где устойчивый положительный тренд составил 15 %/10 лет.

6. Осенью незначительная скорость уменьшения количества осадков (1...5 %/10 лет) прослеживается по всей территории Ертисского бассейна. Все полученные тренды осеннего периода статистически незначимые.

7. На МС Ертис за период 1976...2019 гг. наблюдается устойчивое сокращение максимальной продолжительности периода без осадков (2 дня/10 лет).

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. VII Национальное Сообщение и третий двухгодичный доклад Республики Казахстан Рамочной конвенций ООН об изменении климата. – Астана, 2017. – 302 с.
2. Дроздов Л.А. Методы климатологической обработки метеорологических наблюдений. – Л: Гидрометеиздат, 1957. – 493 с.
3. Ежегодный бюллетень мониторинга состояния и изменения климата: 2019 год – Нурсултан: РГП «Казгидромет», 2020 – 43 с.
4. Кобышева Н.В., Наровлянский Г.Я. Климатологическая обработка метеорологической информации. – Л.: Гидрометеиздат, 1978. – 295 с.
5. Природные условия и естественные ресурсы Восточного Казахстана. /АН Каз. ССР/. – Алма-Ата: Наука, 1978. – 190 с.
6. Ресурсы поверхностных вод СССР. Т. 15. Вып. 1, 2. – Л.: Гидрометеиздат, 1969. – 320 с.
7. Руководство по климатологической практике // ВМО. – Женева – 2014. – № 100. - 1015 с.
8. Руководящее указание ВМО по расчету климатических норм. // ВМО. – Женева. – № 1203 – 2017. – 21 с.
9. Guidelines on analysis of extremes in a changing climate in support of informed decisions for adaptation // WMO-TD. – Geneva. – 2009. – № 1500. – 89 p.
10. Wang, X.L., Yang F. RHtestsV4 User Manual. – WMO, 2010. [Электр. ресурс] – URL: <http://etccdi.pacificclimate.org/software.shtml/>

Поступила 30.11.2020

Р.М. Илякова

**ЕРТІС БАССЕЙНІ АУМАҒЫНДАҒЫ ҚАЗІРГІ АТМОСФЕРАЛЫҚ  
ЖАУЫН-ШАШЫННЫҢ ҚЫСҚАША СИПАТТАМАСЫ**

**Түйін сөздер:** жауын-шашын, аномалия, климаттық норма, жылдық өзгеру, сызықтық тенденция коэффициенті, детерминация коэффициенті, стандартты ауытқу, биіктіктен тәуелділік, тенденция, климаттық индекстер, экстрема

*Мақалада қазіргі жаһандық климат пен Қазақстанның климатының жеделдетілген өзгеруі байқалатын 1976...2019 жылдар кезеңіндегі Ертіс бассейнінің аумағындағы жауын-шашын режимін және оның өзгеруін бағалау нәтижелері келтірілген. Өздеріңіз білетіндей, жауын-шашын жер бетіндегі ылғалмен қамтамасыз етудің бастапқы көзі болып табылады және белгілі бір аумақтың сумен қамтамасыз етілуін көбіне қалыптастырады, сондықтан олардың кеңістіктік және уақыттық сипаттамаларын білу аймақтың тұрақты әлеуметтік-экономикалық дамуын жоспарлауда шешуші рөлдердің бірін атқарады.*

R.M. Ilyakova

### **BRIEF CHARACTERISTICS OF MODERN ATMOSPHERIC PRECIPITATIONS ON THE ERTIS BASIN TERRITORY**

**Key words:** precipitation, anomaly, climatic norm, intra-annual variation, coefficient of linear trend, coefficient of determination, standard deviation, altitude dependence, trend, climatic indices, extrema

*The article presents the results of assessing the current precipitation regime and its changes in the territory of the Ertis basin for the period 1976...2019, when a more accelerated change in the global climate and climate of Kazakhstan is noted. As you know, precipitation is the primary source of moisture supply to the earth's surface and largely forms the water availability of a particular territory, therefore, knowledge of their spatial and temporal characteristics plays one of the key roles in planning sustainable socio-economic development of the region.*

УДК 551.515.9(477.75)

Канд. геогр. наук

С.А. Долгих<sup>1</sup>  
Е.Ю. Смирнова<sup>1</sup>**ОБ ИЗМЕНЕНИИ ПОВТОРЯЕМОСТИ НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ И  
ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ НА  
ТЕРРИТОРИИ ЕРТИССКОГО БАССЕЙНА**

**Ключевые слова:** неблагоприятные и экстремальные метеорологические явления, изменчивость, изменение климата, Ертисский бассейн

*Проведена оценка повторяемости неблагоприятных и экстремальных метеорологических явлений на казахстанской части трансграничного бассейна р. Ертис за два последовательных периода: 1981...2000 гг. и 2001...2019 гг. в условиях изменения глобального климата.*

**Введение.** Глобальное потепление климата, которое происходит в настоящее время, продолжает находить подтверждение в данных наблюдений и уже мало кто оспаривает этот факт. В Заявлении ВМО о состоянии глобального климата в 2019 году [7] приведены самые последние данные об изменении глобального климата, в частности, говорится, что 2019 год вошел в десятку самых теплых лет за период инструментальных наблюдений (1850...2019 гг.), средняя глобальная температура в 2019 г. была примерно на  $1,1 \pm 0,1$  °C выше доиндустриального уровня (1850...1900 гг.). Скорость современного роста глобальной температуры за последние сорок лет составила около  $0,17$ °C за 10 лет. Согласно данным Ежегодного бюллетеня мониторинга состояния и изменения климата Казахстана за 2019 год [6] на территории Казахстана в последние десятилетия потепление климата происходило быстрее, чем на остальной части Земного шара, темпы роста средней температуры на территории Казахстана за период 1976...2019 гг. составила  $0,31$ °C за 10 лет, и особенно быстро растет температура в западных областях, где скорость роста достигает  $0,5$ °C за 10 лет.

---

<sup>1</sup>РГП "Казгидромет", г. Алматы, Казахстан

Риски, связанные с изменением глобального климата, вызваны не столько с повышением среднего уровня глобальных и региональных приповерхностных температур воздуха, а также с тем, что повышение температуры воздуха увеличивает во многих регионах повторяемость и экстремальность погодных и климатических явлений, которые также значительно возросли во всем мире [20, 27, 30]. В ежегодном отчете Всемирного экономического форума (ВЭФ) опубликован рейтинг глобальных рисков за 2020 год [1]. В пятерке главных глобальных рисков, ранжированных по вероятности, первую позицию заняли экстремальные погодные явления. В списке рисков, ранжированных по масштабу оказываемого воздействия и тяжести последствий, экстремальные погодные явления уступили лишь оружию массового поражения и заняли второе место. Во избежание серьезных рисков, связанных с экстремальными климатическими изменениями, Парижское соглашение по климату направлено на поддержание среднего глобального потепления поверхности ниже 2,0 °C и предлагает более амбициозную цель – 1,5 °C по сравнению с доиндустриальным уровнем.

В докладе [27] отмечено, что рост стихийных бедствий в значительной степени связан с изменением глобального климата, включая экстремальные погодные явления. С 2000 по 2019 год было зафиксировано 6681 климатическое стихийное бедствие. Это существенно больше, чем в 1980...1999 гг. (3656 бедствий). В последние десятилетия изменение климата привело к увеличению частоты, интенсивности и серьезности таких бедствий. Например, в 2018 г. штормы, наводнения, засухи и лесные пожары вынудили 108 миллионов человек обратиться за помощью к международной гуманитарной системе.

В Специальном докладе МГЭИК о воздействиях 1,5 °C глобального потепления сообщалось [2], что согласно текущим темпам роста глобальное потепление, вероятно, достигнет 1,5 °C в период между 2030 и 2052 годами и в большинстве регионов мира экстремальные события и стихийные бедствия будут более частыми, если температура повысится на 2,0 °C, а не на 1,5 °C [24, 22, 25].

Экстремальные метеорологические и климатические явления занимают видное место во всех отчетах об оценках МГЭИК [8, 23]. Экстремальные явления могут способствовать возникновению стихийных бедствий, однако на риск этих бедствий влияют не только опасные физические явления. Риск стихийных бедствий возникает в результате взаимодействия метеорологических или климатических явлений – физических факторов,

способствующими риску стихийных бедствий, – с подверженностью и уязвимостью, которые являются антропогенными факторами, способствующими возникновению риска. Изменение климата может приводить к изменениям в частоте, интенсивности, пространственных масштабах, продолжительности и сроках экстремальных метеорологических и климатических явлений, и его результатом могут быть беспрецедентные экстремальные метеорологические и климатические явления.

Многие катаклизмы, которые происходят в последние годы, связаны с перестройками в климатической системе благодаря повышению температур приземного воздуха и поверхности воды в мировом океане [28]. Такое повышение температур приводит к изменениям в характере океанических течений, циркуляции в атмосфере и глобального и региональных гидрологических режимов.

В целом при потеплении глобального климата атмосфера становится более влагоемкой, что может привести к повышению уровня максимального количества осадков за один дождь. Но, как показано, например, в [21], меняется характер циркуляции атмосферы за счет более существенного прогрева высоких и средних широт. Изменение в циркуляции атмосферы способствует большей пространственной неоднородности осадков и это сильно влияет на региональные осадки – где-то их выпадает излишне много, а где-то, наоборот, их не хватает и, соответственно, в этих регионах происходит усиление засушливых явлений. Уже сейчас в теплый период года в некоторых южных районах Казахстана проявляется тенденция уменьшения осадков. Это связано с тем, что влага не так эффективно переносится в атмосфере из Арктики и Атлантики вглубь континента, и в будущем вероятно усиление этой тенденции. Более теплая Арктика усиливает обмен воздушными массами со средними широтами, при этом наиболее заметный эффект оказывают так называемые «ныряющие» циклоны. Их так называют из-за траектории их движения – практически с севера на юг. Свободные ото льда арктические моря являются источником холодных дождей в умеренных широтах и летних волн холода.

Следуя определению МГЭИК [23], экстремальное метеорологическое или климатическое явление – достижение метеорологической или климатической переменной значения, которое выше (или ниже) некоторого порога, близкого к верхнему (или нижнему) пределу диапазона наблюдаемых значений данной переменной. Спецификация экстремальных погодных и климатических явлений, влияющих как на отдельного человека,

так и на сообщества и правительства, зависит от затронутой заинтересованной стороны, будь то в области сельского хозяйства, борьбы с болезнями, городского проектирования, обслуживания инфраструктуры и т. д. Соответственно, диапазон таких экстремальных явлений очень разнообразен и широко варьируется.

Абсолютные пороговые значения (а не относительные пороги, основанные на диапазоне наблюдаемых значений переменной) также могут использоваться для определения экстремальных явлений (например, конкретных критических температур для воздействия на здоровье). То, что относят к экстремальным погодным или климатическим явлениям, варьирует от места к месту в абсолютном смысле (например, жаркий день в тропиках имеет другую температуру, чем жаркий день в средних широтах) и, возможно, варьирует по времени, заданному со стороны общества для некоторой адаптации. Некоторые экстремальные климатические явления (например, засухи, наводнения) могут быть результатом накопления умеренных погодных или климатических явлений – накопление само по себе является экстремальным. Сложные события, то есть два или более события, происходящие одновременно, могут приводить к сильным воздействиям, даже если по отдельности два события сами по себе не являются экстремальными (только их комбинация).

В национальной гидрометеорологической службе Казахстана для территории Республики приняты критерии для определения экстремальных метеорологических явлений, которые могут привести к стихийным бедствиям, представленные подробно в Методических указаниях по автоматизированной обработке гидрометеорологической информации [11].

**Целью исследования** является оценка изменения годовой и сезонной повторяемости неблагоприятных атмосферных явлений, которые могут способствовать возникновению стихийных бедствий в условиях глобального потепления.

**Регион исследования** – территория Ертисского бассейна, которая характеризуется резко континентальным климатом. Южная часть бассейна расположена на казахстанской части Горного Алтая. Из-за большой удаленности и отгороженности горными системами теплые и влажные воздушные массы с Атлантического океана доходят сюда трансформированными, потерявшими большую часть влаги, а воздушные массы, проникающие с Северного Ледовитого океана – холодными и сухими. Холмисто-мелкосопочные и равнинные районы левобережья р. Ертис отличаются

ся особенно большой сухостью. Для западных и северных периферийных, а также центральных высокогорных районов характерна наибольшая увлажненность. Сложная орография, наличие замкнутых котловин и плоскогорий обуславливают большие различия климатических особенностей отдельных районов. Климат Алтая в целом значительно мягче, чем в соседних районах, лето прохладное, а зима относительно теплее [16].

**Исходные данные и методы.** В данной работе использованы данные Государственного гидрометеорологического фонда РГП «Казгидромет» о всех случаях стихийных метеорологических явлений за период 1981...2019 гг. (град; пыльная буря; сильная метель; сильный ветер; сильный гололед; сильный дождь  $\geq 30$  мм в селевых и ливнеопасных районах; сильный дождь  $\geq 50$  мм; сильный ливень  $\geq 30$  мм за 1 час; сильный туман; снегопад выше  $\geq 20$  мм за 12 часов и менее), данные о суточной температуре воздуха, данные о месячном и суточном количестве осадков.

В исследовании использованы методы статистического анализа временных рядов, а также сравнительная оценка повторяемости экстремальных метеорологических явлений (ЭМЯ) за два последовательных периода: 1981...2000 гг. и 2001...2019 гг. Для исследования условий увлажнения, включая засуху, использован стандартизированный индекс осадков (SPI), рекомендованный ВМО, и сравнительная оценка повторяемости различных условий увлажнения за два последовательных периода.

**Результаты и обсуждение.** В работе проведен анализ повторяемости различных стихийных метеорологических явлений в различные месяцы года, в целом за многолетние период 1981...2019 гг. Также для оценки изменений в повторяемости в условиях изменения глобального климата, рассмотрено число случаев каждого стихийного явления за два последовательных периода: 1981...2000 гг. и 2001...2019 гг.

Результаты показали, что на территории Ертисского бассейна в период 2001...2019 гг. общее число случаев со стихийными явлениями уменьшилось на 26 % по сравнению с периодом 1981...2000 гг. (табл. 1) – с 334 случаев до 247 случаев. В отдельные годы, например, в 1990, 2001 и 2010 гг. количество экстремальных явлений погоды значительно превышало средний многолетний уровень (рис.1а). Наибольшую повторяемость имеют сильный ветер, затем по убыванию – сильная метель и сильный дождь  $\geq 30$  мм в селевых и ливнеопасных районах. Остальные

стихийные метеорологические явления имеют сравнительно малую повторяемость.

Таблица 1

Характеристики повторяемости различных стихийных метеорологических явлений (общее число случаев, доля в общем числе случаев, повторяемость в год) по казахстанской территории Ертисского бассейна, рассчитанные за периоды 1981...2000 гг. и 2001...2019 гг.

Наименование явления	Ертисский бассейн				Изменение, %
	1981...2000		2001...2019		
	кол-во	доля, %	кол-во	доля, %	
Град	12	3,6	10	4,0	-16,7
Пыльная буря	6	1,8	2	0,8	-66,7
Сильная метель	126	37,7	59	23,9	-53,2
Сильный ветер	145	43,4	123	49,8	-15,2
Сильный гололед	1	0,3	1	0,4	0,0
Сильный дождь $\geq 30$ мм в селевых и ливнеопасных районах	23	6,9	24	9,7	4,3
Сильный дождь $\geq 50$ мм	1	0,3	2	0,8	100,0
Сильный ливень $\geq 30$ мм за 1 час	3	0,9	6	2,4	100,0
Сильный туман	3	0,9	11	4,5	266,7
Снегопад выше $\geq 20$ мм за 12 часов и менее	14	4,2	9	3,6	-35,7
Общее количество случаев	334	100	247	100	26,0

От периода 1981...2000 гг. к периоду 2001...2019 гг. в Ертисском бассейне в два раза уменьшилась повторяемость случаев сильной метели и на 15 % сильного ветра (табл. 1, рис. 2).

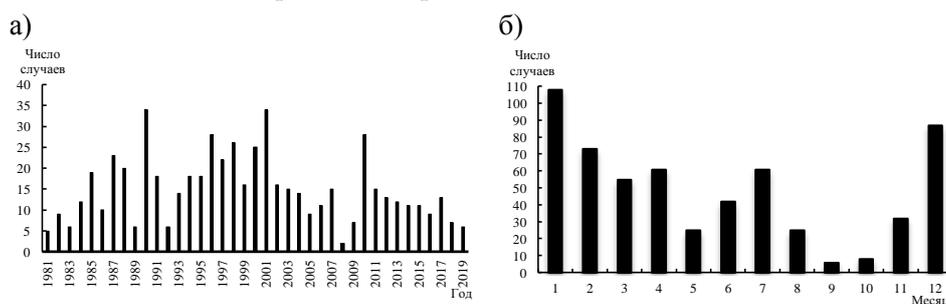
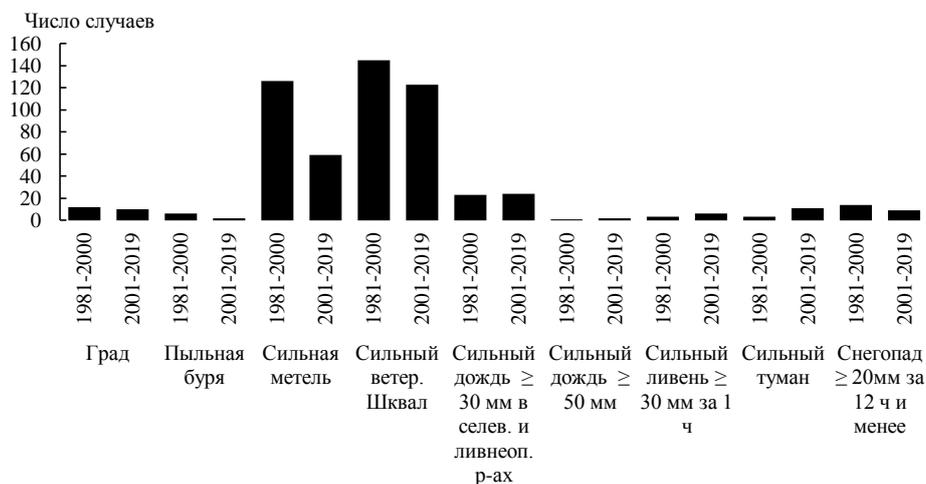


Рис. 1. Число случаев опасных метеорологических явлений по годам (а) и по месяцам (б) на казахстанской территории Ертисского бассейна за период 1981...2019 гг.



*Рис. 2. Сравнение количества случаев различных стихийных метеорологических явлений в периоды 1981...2000 гг. и 2001...2019 гг. на казахстанской территории Ертысского бассейна.*

Общее количество стихийных явлений имеет выраженный сезонный ход (рис. 1б). Максимум стихийных явлений наблюдается в зимний период, также относительно значительное их количество отмечено в весенне-летний период, минимум – в сентябре-октябре. На рис. 3 показано, какие именно явления наблюдались в тот или иной месяц, и какая была их повторяемость в период 1981...2000 гг. и период 2001...2019 гг. Так, в холодный период года чаще всего наблюдается сильная метель и сильный ветер. Также нередко случаи сильного тумана. С марта по июнь наиболее существенна повторяемость сильного ветра, в июле – сильных дождей в селевых и ливнеопасных районах и ливней ( $\geq 30$  мм за 1 час). С апреля по август месяцы возможен крупный град с максимумом случаев в июне-июле.

При сравнении повторяемости различных явлений за два последовательных временных периода 1981...2000 гг. и 2001...2019 гг. необходимо отметить следующие особенности (рис. 3). В зимние месяцы значительно сократилось количество случаев сильной метели, в марте, наоборот, увеличилось, такая же тенденция характерна для случаев сильного ветра. В апреле произошло резкое сокращение повторяемости сильного ветра. С мая по июль несколько участились случаи сильного ветра.

Одним из важнейших факторов для устойчивого развития сельского хозяйства в такой стране, как Казахстан, климат которой во многих регионах характеризуется как засушливый, является такое явление как засу-

ха. Засуху невозможно предотвратить даже при удачном их прогнозе. Но знание о ее повторяемости в исторический период и своевременное выявление ее наступления по четким критериям способствует принятию наиболее целесообразных в сложившихся условиях управленческих и хозяйственных решений, направленных на снижение ущерба [14]. Условия увлажнения любой территории, по сути, являются соотношением между количеством атмосферных осадков и испаряемостью (или температурой воздуха, т.к. испаряемость – функция температуры) [4]. При избыточном увлажнении осадки превышают испаряемость, и часть выпавших осадков удаляется через подземный и поверхностный сток. При недостаточном увлажнении осадков выпадает меньше, чем их может испариться.

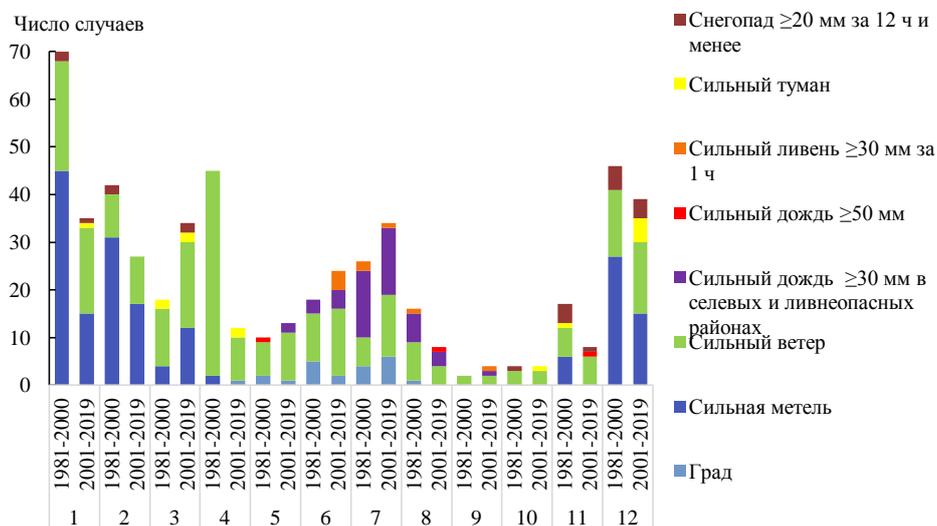


Рис. 3. Сравнение числа случаев различных стихийных метеорологических явлений по месяцам за два периода 1981...2000 гг. и 2001...2019 гг. по территории Ертисского бассейна.

Не существует универсального показателя засухи, страны, как правило, используют несколько показателей для мониторинга и прогнозирования засухи. Ряд российских ученых, среди которых Обухов В.М. и Мещерская А.В. [13, 12, 5] предложили оценивать атмосферные засухи по сумме осадков в процентах от средней многолетней климатической нормы. При сумме осадков менее 50 % климатической нормы наблюдается очень сильная засуха, 50...70 % нормы – сильная засуха, 71...80 % нормы – средняя засуха.

К наиболее часто используемому методу оценки увлажненности территории на постсоветском пространстве относится гидротермический

коэффициент Селянинова Г.Т. (ГТК, [18]) – интегральный показатель гидротермического режима, учитывающий тепло и влагу и употребляемый в качестве показателя влагообеспеченности или показателя условий произрастания сельскохозяйственных культур. Показатель увлажнения Шашко Д.И. (К) учитывает сумму осадков за вегетационный период, которая делится на сумму суточных дефицитов влажности воздуха за тот же период [17]. Индекс увлажнения Иванова Н.Н. применяется к различным отрезкам годового цикла [3], за которые используются данные наблюдений за атмосферными осадками, температурой и влажностью воздуха. Для оценки засушливости/увлажненности территории на постсоветском пространстве также часто используется индекс Педея Д.А. (Si) [15], на базе которого был создан каталог засух на территории СССР, выпущенный в 1977 г. [9]. В многих странах (Австралия, Европа, Бразилия, Канада, США) используется индекс Палмера (Palmer Drought Severity Index, PDSI), базирующийся на уравнении водного баланса и позволяющий определять наступление засухи и степень ее суровости [19].

Это далеко не полный перечень показателей засухи. В данной работе для определения условий увлажнения использовался стандартизированный индекс осадков (SPI – standardized precipitation index), который основан на вероятности распределения количества осадков, агрегированного за различные временные масштабы, с учетом того, что продолжительность дефицита осадков оказывает различное воздействие на поверхностный и подземный сток природных вод, снежный покров и влажность почвы [26]. В 2010 г. Исполнительный совет Всемирной метеорологической организации на 62 сессии рекомендовал всем Национальным гидрометеорологическим службам (НГМС) рассмотреть возможность использования стандартизированного индекса осадков для характеристики засухи в дополнение к другим индексам засухи, которые уже используются в национальных службах (резолюция 4.1/1 ИС-LXII). Фактически единственным необходимым исходным параметром для расчета SPI является количество осадков. SPI может рассчитываться для разных временных масштабов, представлять заблаговременное предупреждение о засухе и способствовать оценке интенсивности засухи [10]. Засуха наблюдается в любое время, если значения индекса SPI постоянно отрицательны и достигают интенсивности минус 1,0 или менее. Засуха заканчивается, когда значения SPI становятся положительными. Каждый случай засухи, следовательно, можно охарактеризовать длительностью и интенсивностью засухи для каждого

месяца или периода, в течение которого явление наблюдалось. Для определения интенсивности засухи используется классификация значений стандартизованного индекса осадков, представленная в табл. 2. Помимо того, этот индекс в равной степени эффективен при анализе влажных периодов/циклов, как и при анализе сухих периодов/циклов.

Таблица 2

Классификация значений SPI и характеристики периода

Значения СИО	Категория	Число случаев за 100 лет	Период повторяемости
2,00 или выше	экстремально влажно	2	1 раз в 50 лет
1,50...1,99	очень влажно	5	1 раз в 20 лет
1,00...1,49	умеренно влажно	10	1 раз в 10 лет
0,99...0	близко к норме	33	1 раз в 3 года
0...-0,99	близко к норме слабовыраженная засуха)	33	1 раз в 3 года
-1,00...-1,49	умеренно засушливо (умеренная засуха)	10	1 раз в 10 лет
-1,50...-1,99	сильно засушливо (сильная засуха)	5	1 раз в 20 лет
-2,00 и менее	экстремально засушливо (экстремальная засуха)	2	1 раз в 50 лет

Значения SPI обеспечивают сравнение осадков за определенный период (1, 3, 6, 9, 12 и 24-х месячный и более период) с осадками того же периода за все годы, включенные в анализ. Состояние влажности почвы реагирует на аномалии осадков в относительно кратком временном масштабе. Состояние подземных вод, речного стока и водохранилищ отражает долгосрочные аномалии осадков. Так, например, значения SPI, рассчитанные по данным о суммах осадков за 1 месяц (SPI-1), отражают относительно краткосрочные условия увлажнения, т.е. SPI-1 тесно связано с метеорологическим типом засухи наряду с краткосрочной влажностью почвы и стрессом растений, особенно во время вегетационного периода. SPI, рассчитанный по данным за 3...6 месяцев, полезен для анализа сельскохозяйственной засухи. Значения SPI по данным от 6 до 24 месяцев, или более, отражают долгосрочные тенденции в осадках и полезны для определения гидрологической засухи.

По сути, индекс SPI – это число стандартных отклонений от нуля, где все значения меньше 0 есть дефицит осадков, а выше нуля – избыток осадков. Таким образом, можно судить о засушливости и увлажненности

территории в терминах индекса SPI. Одним из важных плюсов индекса SPI является возможность применения расчетов и визуализации индекса для любой местности за счет нормализации сумм осадков. Положительные значения SPI указывают на объем осадков выше среднего, а отрицательные – ниже среднего. Так как SPI нормализуется, то более влажные или сухие климаты могут быть представлены одинаковым образом; соответственно, при помощи SPI может также осуществляться мониторинг не только засушливых периодов, но и дождливых.

Преимущества индекса заключаются в том, что он может быть рассчитан для различных временных интервалов (от декады до нескольких лет), позволяет оценить степень суровости засухи, заранее предупредить о засухе и сравнивать условия увлажнения в различных точках региона.

Недостатки индекса заключаются в том, что величины, базирующиеся на выборках данных за прошлые годы, условия могут меняться.

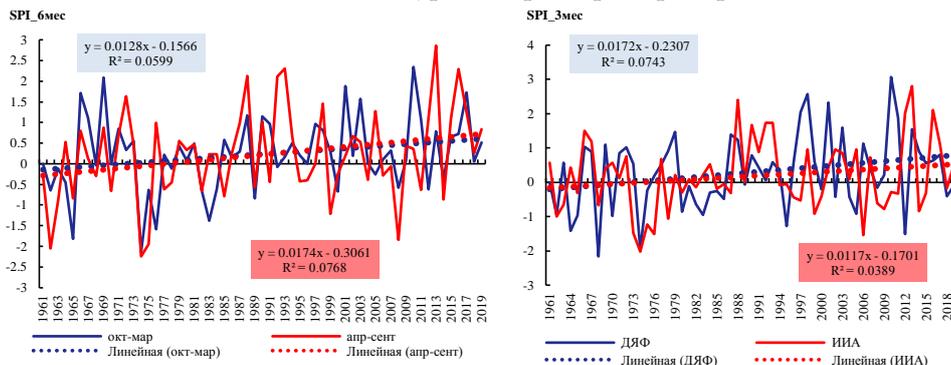
В данном исследовании SPI был рассчитан по данным метеостанций на казахстанской территории исследуемого бассейна за различные временные периоды, то есть, когда учитываются накопленные суммы осадков за различные периоды, например, за месяц, за зимний сезон, или за холодный период.

Проведен анализ изменения стандартизированного индекса осадков (SPI) за период 1961...2019 гг. для холодных и теплых полугодий и для зимнего и летнего сезонов по метеостанциям, расположенных в различных физико-географических условиях на территории Ертисского бассейна. Примеры для некоторых станций представлены на рис. 4. Индекс стандартизован относительно периода 1961...1990 гг. Результаты указывают, что по данным большинства станций как в летний сезон и в целом за теплое полугодие условия увлажнения не имеют какой-либо тенденции к изменению, о чем свидетельствует малый вклад трендовой составляющей в общую дисперсию временного ряда SPI. Редкое исключение составляют некоторые равнинные станции, где коэффициент детерминации  $R^2$  положительного линейного тренда несколько превышал 5 %: МС Бакты (предгорье хр. Тарбагатай); МС Павлодар, МС Актогай и МС Шарбакты, расположенные на Кулундинской равнине. Для зимнего сезона и холодного полугодия по данным большинства станций также характерно отсутствие существенных изменений в условиях увлажнения, исключения – МС Бакты, МС Аягоз (район горного хр. Акшатау), МС Зайсан (Зайсанская котловина) и МС Павлодар, где наблюдались положительные тенденции.

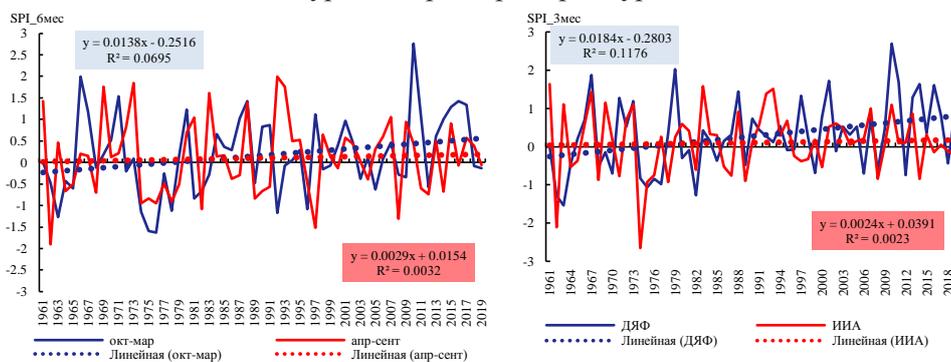
а)

б)

МС Бакты, 441 м над ур. м – предгорье хр. Тарбагатай



МС Зайсан, 604 м над ур. м. – предгорье хр. Саур, Зайсанская котловина



МС Катон-Карагай, 1081 м над ур. м. – хр. Нарын

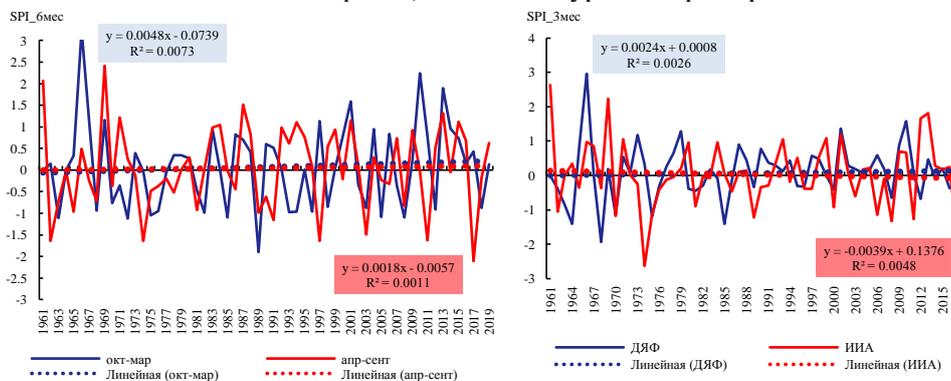


Рис. 4. Изменения стандартизованного индекса осадков (SPI) за период 1961...2019 гг. для 6-месячных (а) и 3-месячных (б) временных масштабов по метеостанциям на территории Ертисского бассейна.

Для территории Ертисского бассейна также были оценены изменения в повторяемости различных условий увлажнений в соответствии с градами SPI в различные месяцы года и в 3-х и 6-ти месячные скользящие

интервалы за два последовательных периода: 1961...1990 гг. и 1991...2019 гг. Результаты оценки по данным отдельных метеостанций, расположенных в различных физико-географических условиях на казахстанской территории Ертисского бассейна представлены для примера на рис. 5...7.

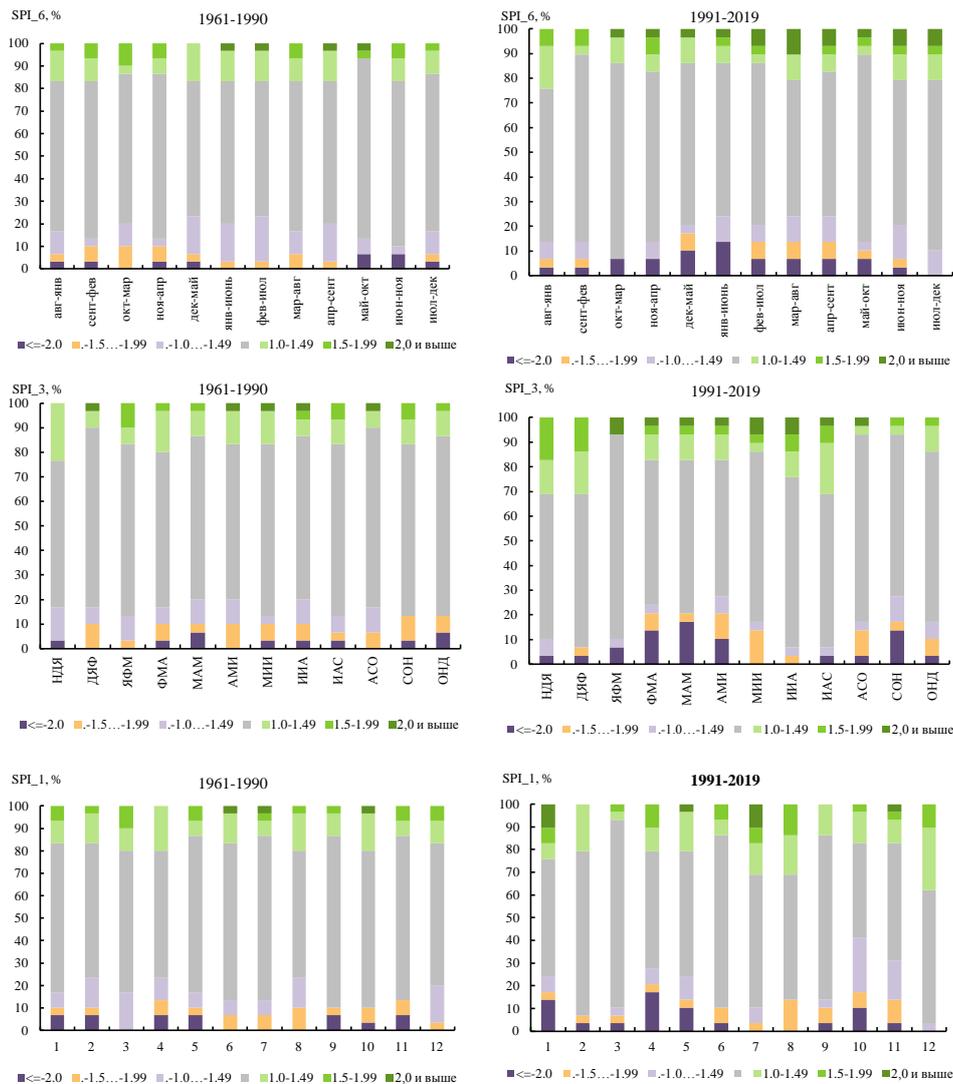
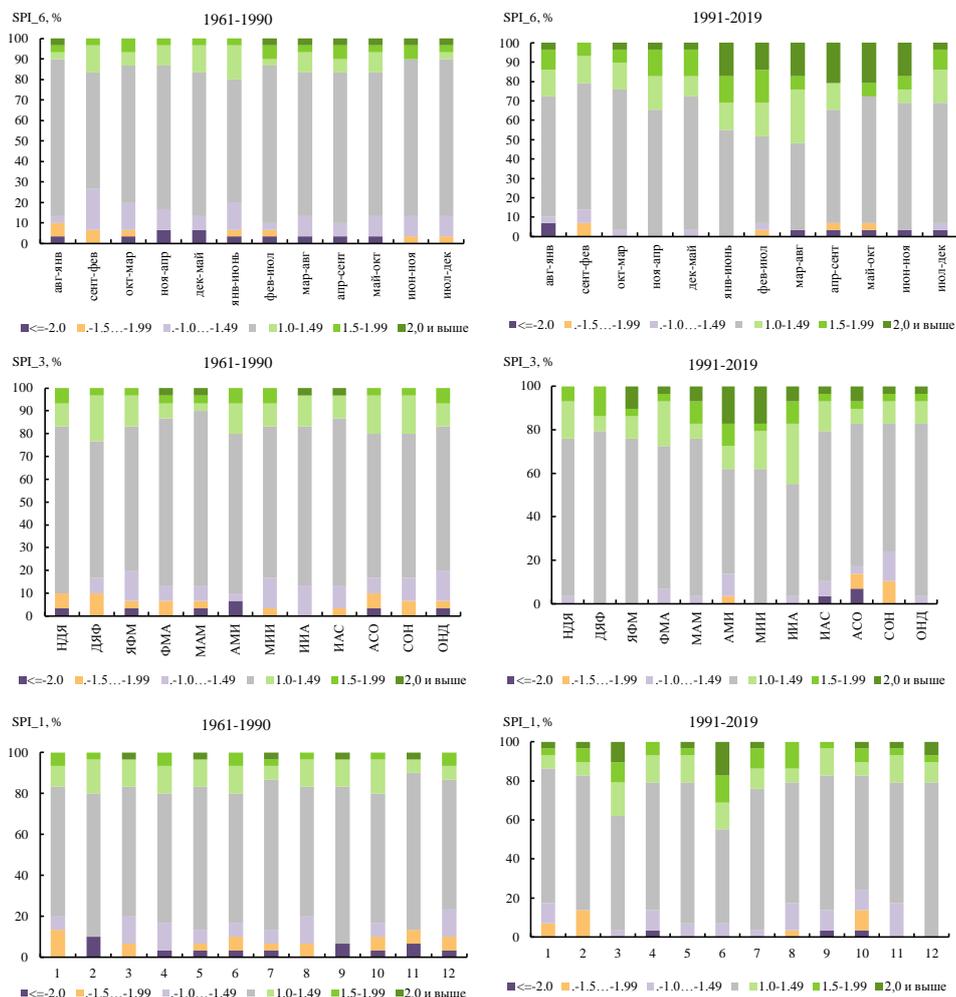


Рис. 5. Повторяемость (%) различных условий увлажнений в соответствии с градами SPI в различные месяцы года (SPI-1) и в 3-х и 6-ти месячные скользящие интервалы по данным М Екибастуз (228 м над ур. м., Северная часть Казахского мелкосопочника) на территории Ертисского бассейна за два последовательных периода: 1961...1990 гг. и 1991...2019 гг.



*Рис. 6. Повторяемость (%) различных условий увлажнений в соответствии с градами SPI в различные месяцы года (SPI-1) и в 3-х и 6-ти месячные скользящие интервалы по данным М Павлодар (120 м над ур. м., Кулундинская равнина) на территории Ертысского бассейна за два последовательных периода: 1961...1990 гг. и 1991...2019 гг.*

Результаты указывают, что в период 1991...2019 гг. относительно предшествующего периода 1961...1990 гг. в большинстве регионов существенных изменений в условиях увлажнения сезонов не произошло. Можно лишь отметить некоторые регионы с изменениями: уменьшилось количество засушливых сезонов, и наоборот, увеличилась повторяемость более влажных сезонов в предгорье хр. Тарбагатай (по данным МС Бакты), в предгорьях хр. Саур (по данным МС Зайсан, Зайсанская котловина). В

районе хр. Нарын (по данным М Катон-Карагай, 1081 м над ур.м.) и в Северной части Казахского мелкосопочника (по данным МС Екибастуз) произошло увеличение повторяемости периодов как с более влажными условиями, так и с более засушливыми. На Кулундинской равнине по данным МС Павлодар несколько увеличилась повторяемость более влажных сезонов. В предгорье Рудного Алтая по данным МС Шемонаиха увеличилась повторяемость более сухих сезонов.

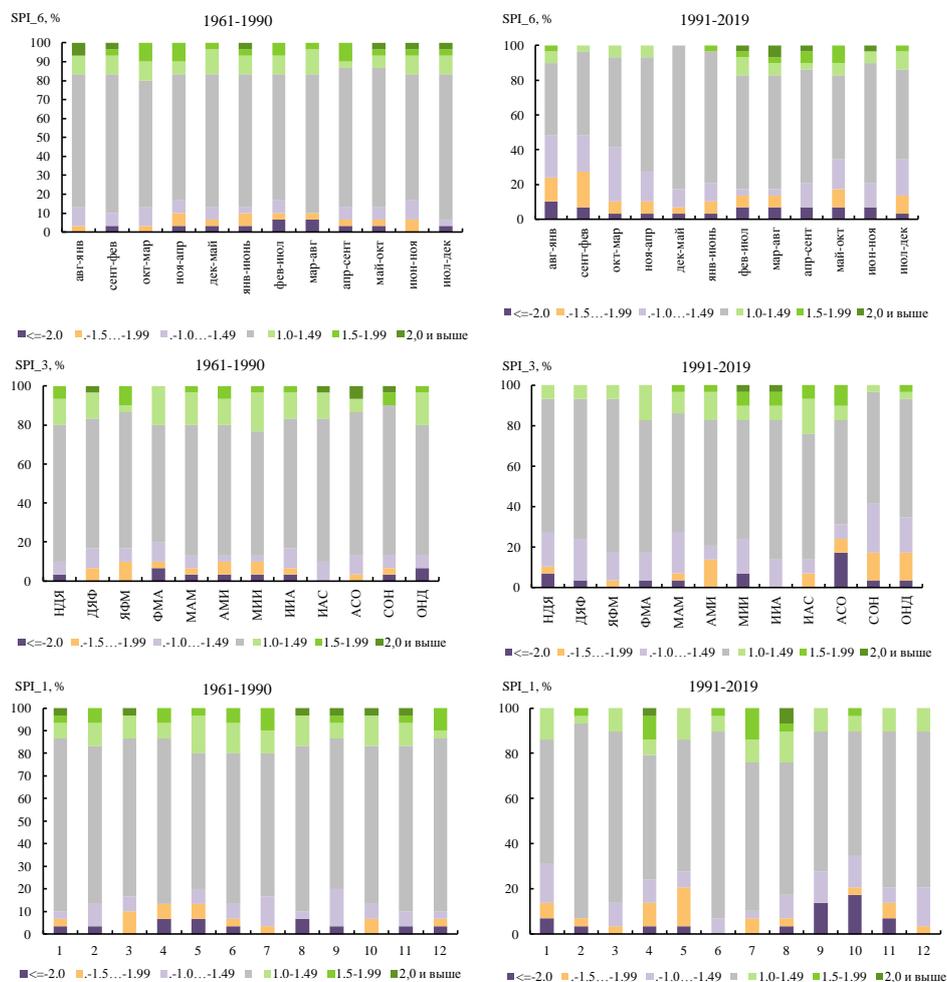


Рис. 7. Повторяемость (%) различных условий увлажнений в соответствии с градациями SPI в различные месяцы года (SPI-1) и в 3-х и 6-ти месячные скользящие интервалы по данным М Шемонаиха (329 м над ур. м., Алтайский горный район; предгорье) на территории Ертисского бассейна за два последовательных периода: 1961 ...1990 гг. и 1991 ...2019 гг.

**Заключение.** Проведенное исследование, выполненное на основе максимально полных данных о стихийных метеорологических явлениях на казахстанской территории Ертисского бассейна, позволило определить их повторяемость и изменение в условиях изменения глобального и регионального климата. Наибольшую повторяемость имеют сильный ветер, затем по убыванию – сильная метель и сильный дождь 30 мм и более в сельских и ливнеопасных районах. Максимум стихийных явлений наблюдается в зимний период, второй максимум – в весенне-летний период, минимум – в сентябре-октябре. В 21-м веке общее число случаев со стихийными явлениями уменьшилось на 26 %, по сравнению с периодом 1981...2000 гг., в основном, за счет уменьшения случаев сильной метели и сильного ветра. Исследование изменений условий увлажнения в различные сезоны года с использованием стандартизированного индекса осадков показало, что на территории Ертисского бассейна есть регионы и сезоны, где условия улучшились, и, наоборот – ухудшились. Это говорит о необходимости учитывать характер этих тенденций в зависимости от того, влияние на какой сектор экономики и природный ресурс будет изучаться в дальнейшем.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Всемирный экономический форум. Отчет о глобальных рисках в 2020 году. – URL: [http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_Global\\_Risk\\_Report\\_2020.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_Global_Risk_Report_2020.pdf). (дата обращения 20.03.2021)
2. Глобальное потепление на 1,5 °C: – Специальный доклад о последствиях глобального потепления на 1,5 °C выше доиндустриальных уровней и о соответствующих траекториях глобальных выбросов парниковых газов в контексте укрепления глобального реагирования на угрозу изменения климата, а также устойчивого развития и усилий по искоренению бедности / ВМО. – Женева: Швейцария, 2018. – 163 с.
3. Гордеев А.В., Клещенко А.Д. и др. Биоклиматический потенциал России: теория и практика. М.: Т-во научных изданий КМК, 2006. – 512 с.
4. Грингоф И.Г., Попова В.В., Страшный В.И. Агрометеорология. – Л.: Гидрометеоиздат, 1987. – 310 с.
5. Дроздов О.А., Григорьева А.С. Многолетние циклические колебания атмосферных осадков на территории СССР. – Л.: Гидрометеоиздат, 1971. – 158 с.
6. Ежегодный бюллетень мониторинга изменения и состояния климата Казахстана: 2019 год. – Астана, 2020. – 61 с.

7. Заявление ВМО о состоянии глобального климата в 2019 году // Женева, 2020. – ВМО – № 1248. – 44 с.
8. Изменение климата, 2014 г.: Воздействия, адаптация и уязвимость. Резюме. Часто задаваемые вопросы и перекрестные вставки по главам. Вклад Рабочей группы II в Пятый оценочный доклад Межправительственной группы экспертов по изменению климата / Под ред. К.Б. Филд, В.Р. Баррос, Д.Дж. Доккен, К.Дж. Мак, М.Д. Мастрандреа, Т. Е. Билир, М. Чаттерджи, К.Л. Эби, Й.О. Эстрада, Р.К. Дженова, Б. Джирма, Е. С. Киссел, А. Н. Леви, С. Маккракен, П. Р. Мастрандреа и Л. Л. Уайт / МГЭИК. – Женева, Швейцария, 2014. – 222 с.
9. Климатические и циркуляционные характеристики засух на территории СССР. Справочное пособие. – Москва: Гидрометеиздат, 1977. – С. 12-20.
10. М. Свобода, М. Хайес и Д. Вуд. Руководство для пользователей стандартизированного индекса осадков // ВМО, Женева. – 2012. – № 1090. – 36 с.
11. Методические указания по автоматизированной обработке гидрометеорологической информации. Часть 1. Метеорологическая информация неавтоматизированных метеорологических станций. Казгидромет, Алматы. – 2006. – С. 96.
12. Мещерская А.В. Индекс засухи и урожайность зерновых культур // Метеорология и гидрология. – 1988. – № 2. – С. 91-98.
13. Обухов В.М. Урожайность и метеорологические факторы. – М.: Госпланиздат, 1949. – 65 с.
14. Оценка управления и смягчения эффектов для стран Центральной Азии и Кавказа. Засуха. / Отчет Всемирного банка. – 2005. – Инв. № 31998-ЕСА. – 306 с.
15. Педь Д.А. О показателе засухи и избыточного увлажнения // Труды Гидрометцентра СССР. – 1975. – Вып.156. – С. 19-38.
16. Ресурсы поверхностных вод СССР. Т.15. Вып. 1, 2. - Л.: Гидрометеиздат, 1969. – 320 с.
17. Синицина Н.И., Гольцберг И.А., Струнников Э.А. Агроклиматология. – Л.: Гидрометеиздат, 1973. – 344 с.
18. Чирков Ю.И. Агрометеорология. – Л.: Гидрометеиздат, 1979. – 320 с.
19. Alley, W.M. The Palmer Drought Severity Index: Limitations and assumptions. // Journal of Climate and Applied Meteorology. – 1984. – Vol. 23. – P. 1100-1109.
20. Aslam A.Q., Ahmad S.R., Ahmad I., Hussain Y., Hussain M.S. Vulnerability and impact assessment of extreme climatic event: A case study of south-

- ern Punjab, Pakistan // *Science of the Total Environment*, 2016. – Vol. N 580. – P. 468-481. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.11.155>. – (дата обращения: 09.02.2019)
21. Coumou D., Di Capua G., Vavrus S. et al. The influence of Arctic amplification on mid-latitude summer circulation. // *Nat Commun*, 2018. – Vol. 9(2959). – P. 1-12. – URL: <https://doi.org/10.1038/s41467-018-05256-8>. – (дата обращения: 09.07.202)
  22. Huang J.P., Yu H.P., Dai A.G., Wei Y., Kang L.T. Dry lands face potential threat under 2 °C global warming target // *Nature Climate Change*. – 2017. – Vol. N 7. – P. 417-422.
  23. IPCC, 2012: *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Field C.B., V. Barros, T.F. Stocker, D. Qin, D.J. Dokken, K.L. Ebi, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, G.-K. Plattner, S.K. Allen, M. Tignor, and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press. – Cambridge. – UK and New York, NY, USA. – 582 p.
  24. King A.D., Karoly D.J., Henley B.J. Australian climate extremes at 1,5 °C and 2 °C of global warming // *Nature Climate Change*. – 2017. – Vol. N 7. – P. 412-416. – URL: <https://doi.org/10.1038/nclimate3296> (дата обращения 07.05.2021).
  25. Lehner F., Coats S., Stocker T.F., Pendergrass A.G., Sanderson B., Raible C.C., Smerdon, J.E. Projected drought risk in 1,5 °C and 2 °C warmer climates. // *Geophysical Research Letters*. – 2017. – Vol. 44(14). – P. 7419-7428. URL: <https://doi.org/10.1002/2017GL074117> (дата обращения 10.05.2021).
  26. McKee T.B., N.J. Doesken, and J. Kleist The relationship of drought frequency and duration to time scales // *Preprints, 8th Conference on Applied Climatology 17-22 January, 1993*. – Anaheim, CA. – P.179-184.
  27. Piras M., Mascaro G., Deidda R., Vivoni, E.R. Impacts of climat. change on precipitation and discharge extremes through the use of statistical downscaling approaches in a Mediterranean basin. // *Science of the Total Environment*. – 2016. – Vol. 543(Pt B). – P. 952-964. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.06.088>. – (дата обращения: 17.01.2019)
  28. Stocker T.F., Qin D., Plattner G.-K., Tignor M., Allen S.K., Boschung J., Nauels A., Xia Y., Bex V., Midgley P.M. (eds.). *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth As-*

essment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change // Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. - 1535 p.

29. UNDRR, 2019: Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction // Geneva, Switzerland, United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNDRR). – 2019. – 425 p. ISBN/ISSN/DOI 978-92-1-004180-5.
30. World Meteorological Organization Current Extreme Weather Events // WMO. – 2010. –  
URL: [www.wmo.int/pages/mediacentre/news/extremeweathersequence\\_en.html](http://www.wmo.int/pages/mediacentre/news/extremeweathersequence_en.html). – (дата обращения: 17.01.2019)

Поступила 15.11.2020 г.

Геогр. ғылым. кандидаты

С.А. Долгих  
Е.Ю. Смирнова

**ЕРТІС БАССЕЙНІ ТЕРРИТОРИЯСЫНДАҒЫ ҚОЛАЙСЫЗ  
ЖӘНЕ ЭКСТРЕМАЛЬДІ МЕТЕОРОЛОГИЯЛЫҚ  
ҚҰБЫЛЫСТАРДЫҢ ҚАЙТАЛАНУШЫЛЫҒЫНЫҢ  
ӨЗГЕРІСІ ТУРАЛЫ**

**Түйін сөздер:** қолайсыз, экстремальді метеорологиялық құбылыстар, өзгергіштік, климат өзгерісі, Ертіс бассейні

*Жаһандық климаттың өзгеруі барысында трансшекаралық Ертіс өзені бассейнінің қазақстандық бөлігінде қолайсыз және экстремальды метеорологиялық құбылыстарының қайталанушылығына екі рет қатарынан бағалау жүргізілді: 1981...2000 жж. және 2001...2019 жж.*

S. Dolgikh, Ye. Smirnova

**ON CHANGES IN THE REPEATABILITY OF ADVERSE AND  
EXTREME METEOROLOGICAL EVENTS IN THE TERRITORY  
OF THE ERTIS BASIN**

**Key words:** adverse events, extreme meteorological events, variability, climate change, Ertis river basin

*An assessment of the frequency of adverse and extreme meteorological phenomena in the Kazakh part of the transboundary basin of the Ertis river for two consecutive periods 1981...2000 and 2001...2019 in a changing global climate was carried out.*

УДК 502

М.Ц. Лю<sup>1</sup>  
А.О. Домран<sup>1</sup>  
Н.У. Кужагельдина<sup>1</sup>  
А.А. Болатова<sup>1</sup>  
Н.Т. Серікбай<sup>1</sup>

### ОЦЕНКА ПОТЕРЬ ТАЛОГО СТОКА В ВЕРХОВЬЯХ Р. ЕСИЛЬ

**Ключевые слова:** потери стока, осеннее увлажнение, запасы воды в снежном покрове или снеготаяния, слой стока весеннего половодья

*В статье приведена краткая характеристика бассейна и описаны условия формирования весеннего стока р. Есиль – с. Турген. Проанализированы зависимости весеннего стока р. Есиль – с. Турген от величины снеготаяния, от величины осеннего увлажнения и от других факторов. Рассчитаны общие потери влаги в предпаводочный период. Выявлена закономерность изменения величины потерь стока от, имеющихся на момент прогноза, фактических метеорологических параметров. Даны рекомендации по расчету потерь при прогнозировании стока весеннего половодья р. Есиль – с. Турген для двух вариантов, первый – когда прогноз составляется в начале февраля и второй – в начале марта.*

Бассейн реки Есиль относится к районам резко выраженного недостаточного увлажнения. Поверхностный сток в пределах бассейна формируется исключительно за счет талых снеговых вод. В связи с этим, основным фактором формирования весеннего стока на рассматриваемой территории является снежный покров. Однако в ряде случаев величина весеннего стока в большей степени определяется другими факторами, в частности, потерями талых вод на фильтрацию в почву, зависящими от состояния почвы к началу снеготаяния (ее увлажнения и промерзания), и отчасти интенсивности снеготаяния. Величина потерь при этом изменяется от года к году в значительно больших пределах по сравнению с величиной снеготаяния. Этим и объясняется существенная роль потерь в формировании весеннего стока реки Есиль.

---

<sup>1</sup>РГП "Казгидромет", г. Алматы, Казахстан.

Потери талых вод на водосборах равнинных рек Казахстана слагаются из потерь на испарение со снега за время его таяния и с воды за время ее стекания по склонам и в русле, из потерь талых и дождевых вод на инфильтрацию в почву и поверхностную аккумуляцию. Величина потерь талых вод является решающим фактором в формировании весеннего стока. Общие потери составляют 70...90 % от влагозапасов в снеге на начало его таяния [3]. Вкратце рассмотрим каждый вид перечисленных выше потерь.

Потери воды на испарение за время снеготаяния, как показывают экспериментальные данные и расчёты [4], относительно невелики. Невелико также испарение с водной поверхности русловой сети ввиду относительной малости испаряющей площади. Потери на испарение с воды ручьев и рек за время половодья зависят от условий погоды и продолжительности стока в руслах. Поскольку сток половодья реки Есиль происходит в течение непродолжительного весеннего периода, потери на испарение относительно невелики. Данные наблюдений показывают, если принять продолжительность половодья в среднем 1 месяц, а водную поверхность русел равной 5 % площади водосбора, то и в этом случае потери на испарение составят только 3...5 мм [3].

В связи с этим колебания испарения от года к году в большинстве случаев не могут оказать решающего влияния на колебания весеннего стока, который в каждом году определяется тремя главными факторами: количеством снега, аккумулированного в течение зимы в речном бассейне, количеством осадков выпавших в период формирования половодья, и водопоглотительной способностью речного бассейна [6].

Величина потерь на поверхностную аккумуляцию обусловлена задержанием талых вод на водосборе в микропонижениях местности, и определяется главным образом рельефом. Чем более плоский рельеф, тем более затруднен сток и больше поверхностное задержание. Исследования Е.Г. Попова [2] показывают, что поверхностное задержание не остается постоянным и зависит от количества поступающей на водосбор воды. При незначительном уклоне к реке и слабом развитии гидрографической сети поверхность бассейна р. Есиль в весеннее время почти сплошь покрыта скоплениями стоячей воды, в последующем расходуемой на испарение. Сток с этой части водосбора достигает р. Есиль лишь в многоводные годы. Размеры бессточных площадей водосборов не остаются постоянными во времени и зависят от водности года. Наиболее значительную роль в общей сумме потерь стока на водосборе играют потери талых и дождевых вод на просачивание в почву.

Основными факторами, обуславливающими потери стока талых вод на инфильтрацию, являются механический состав почво-грунтов, их влажность, глубина промерзания и степень смерзания (цементации) к началу снеготаяния. В пределах рассматриваемой территории преимущественное распространение имеют глинистые почво-грунты, в сухом состоянии легко растрескивающиеся. При отсутствии значительного увлажнения в предзимний период водопоглощающая способность почво-грунтов, покрытых сетью глубоких трещин, чрезвычайно велика. Увлажнение почво-грунтов с осени значительно понижает их фильтрационную способность, что частично связано с заплыванием трещин, а главным образом с образованием в зимний период почти водонепроницаемого слоя мерзлого грунта [5].

Потери талых вод зависят и от интенсивности снеготаяния. Влияние характера снеготаяния на величину потерь стока особенно значительно в весны, характеризующиеся формированием стока в условиях талых почво-грунтов. При наличии почвы, с осени сильно увлажненной, а в течение зимы глубоко промерзшей, характер процесса снеготаяния сказывается заметно меньше на размерах потерь талых вод на фильтрацию.

Прежде, чем оценить потери талых вод необходимо выявить основные факторы, влияющие на величину потерь. Для этого были проанализированы зависимости весеннего стока р. Есиль – с. Турген от величины снегозапасов, от величины осеннего увлажнения и от других факторов.

Для анализа использованы данные за 2001...2018 гг.: слой стока весеннего половодья р. Есиль – с. Турген; осредненные значения снегозапасов по данным трёх метеостанций – Аршалы, Осакаровка, Ерейментау; осредненные значения суммы осадков за сентябрь-октябрь и ноябрь-март по МС Аршалы, Родниковское, Осакаровка, Астана, Ерейментау; средние температуры воздуха за зимний период по МС Аршалы, Родниковское, Астана и Осакаровка; данные о температуре почвы на глубине 40 см, измеренные на МС Астана (табл. 1).

По полученным данным выявлено отсутствие какой-либо прямой зависимости стока р. Есиль – с. Турген от величины запасов воды в снежном покрове за рассматриваемый период. Коэффициент корреляции рассматриваемых величин равен  $r = 0,08$ , что подтверждает отсутствие связи.

Связь стока со снегозапасами на рассматриваемой территории проявляется в основном в том, что очень многоводные половодья обычно на-

блюдаются после многоснежных зим. Так, например, в 2001 г. при величине снегозапасов 67 мм – слой стока составил 47,2 мм. В то же время при величине снегозапасов 62 мм в 2009 г. слой стока составил всего лишь 11,4 мм.

Таблица 1

Характеристики слоя стока весеннего половодья р. Есиль – с. Турген и основных факторов, влияющих на величину пополоводья

Годы	Слой стока за половодье, мм	Запас воды в снеге перед началом половодья, мм	Сумма осадков за 9-10 месяцы предшествующего года, мм	Сумма осадков за ноябрь-март, мм	Средняя температура воздуха за ноябрь-март, °С	Средняя температура почвы за ноябрь-март, °С
2001	47,2	67	49,0	93,2	-9,0	-9,0
2002	57,4	7	65,6	103	-7,4	-7,4
2003	12,2	41	23,3	86,1	-11,4	-11,4
2004	40,3	25	38,9	64,4	-10,3	-10,3
2005	33,9	27	43,0	73,6	-10,8	-10,8
2006	2,2	40	13,2	67,4	-9,4	-9,4
2007	31,5	40	39,5	116	-9,3	-9,3
2008	28,9	34	40,6	83,4	-11,0	-11,0
2009	11,4	62	43,7	83,0	-10,9	-10,9
2010	38,7	50	30,5	127	-12,7	-12,7
2011	12,9	30	15,3	90,4	-12,2	-12,2
2012	17,6	31	30,6	69,2	-13,3	-13,3
2013	34,1	45	40,1	148	-8,5	-8,5
2014	57,8	47	38,5	112	-10,0	-10,0
2015	134	45	77,6	111	-9,7	-9,7
2016	55	39	46,3	113	-8,3	-8,3
2017	96,1	27	53,8	126	-10,7	-10,7
2018	61,1	36	55,0	93,4	-11,1	-11,1

Таким образом, влагосодержанием в снеге определяется лишь верхний возможный предел стока талых вод, величина которого при данных влагозапасах в действительности весьма сильно колеблется по годам [1]. Можно смело утверждать, что на рассматриваемой территории величина поверхностного стока зависит не столько от величины влагозапасов к началу таяния снега, сколько от других факторов, влияющих на размеры потерь талых вод.

Косвенной характеристикой влажности почвы, обнаруживающей заметную связь с весенним стоком, является количество осадков перед

началом снегонакопления – за сентябрь-октябрь предшествующего года или осеннее увлажнение.

Для анализа зависимости величины стока весеннего половодья р. Есиль – с. Турген от величины осеннего увлажнения, были выбраны и посчитаны суммы осадков за сентябрь-октябрь по МС Аршалы, Родниковское, Осакаровка, Астана, Ерейментау за 2001...2018 гг. (табл. 1).

Значение коэффициента корреляции слоя стока за половодье с осредненной суммой осадков за сентябрь-октябрь получилось равным  $r = 0,84$ , что говорит о наличии устойчивой и достаточно тесной связи этих двух величин. График зависимости слоя стока весеннего половодья с осенним увлажнением представлен на рис. 1.

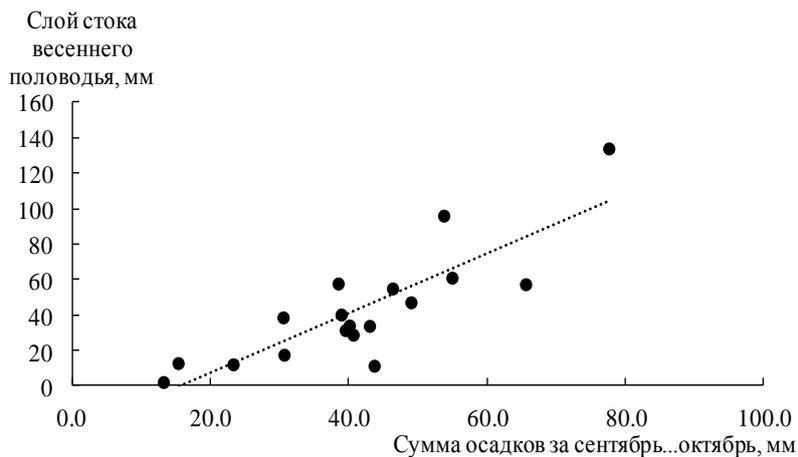


Рис. 1. Зависимость слоя стока весеннего половодья с осенним увлажнением за период 2001...2018 гг.

Рассмотрим теперь, как влияют на величину стока весеннего половодья такие параметры, как количество осадков, средняя температура воздуха и почвы за зимний период, высота снежного покрова, наличие ледяной корки, количество дней с метелями и сильным ветром.

Значение коэффициента корреляции слоя стока за половодье с осредненной суммой осадков за ноябрь-март месяцы получилось равным  $r = 0,46$ , что говорит об очень слабой связи этих двух величин. Отсутствие связи слоя стока весеннего половодья с суммой осадков за зимний период можно объяснить в первую очередь потерями влаги на испарение и просачивание в слабо увлажнённый с осени грунт, а также с неравномерностью распределения снежного покрова на рассматриваемой территории, вызванной ветровым переносом. Но, несмотря на это полностью исключать

влияние этого параметра на величину стока не следует. В дальнейшем сумма зимних осадков может рассматриваться как дополнительный критерий для анализа в совокупности с остальными, ниже рассмотренными факторами.

Значение коэффициента корреляции слоя стока за половодье со средней температурой воздуха за ноябрь-март месяцы получилось равным  $r = 0,28$ , а с температурой почвы на глубине 40 см – 0,27.

Влияние других факторов, таких как высота снежного покрова, наличие ледяной корки, количество дней с метелями и сильным ветром на сток весеннего половодья еще менее выражено. Но все же они должны быть учтены в общем анализе предпаводковой ситуации.

Общие потери влаги в предпаводочный период в бассейне р. Есиль – с. Турген можно приближенно принять равными разности между слоем весеннего стока (без учета выпавших за период половодья осадков) и накопленных за зиму на водосборе осадков. Конечно, эта оценка будет грубой, т.к. сумму осадков выпавших в виде снега в предпаводочный период точно рассчитать невозможно из-за редкой сети метеорологических станций, но все равно это будет полезным для общего представления о размерах потерь влаги в бассейне р. Есиль – с. Турген по данным за последние годы (2001...2018 гг.). В табл. 2 представлены результаты расчета общих потерь влаги на водосборе р. Есиль – с. Турген в предпаводочный период.

Градации по водности произведена с использованием трехпараметрического гамма-распределения. Так, средняя водность соответствует обеспеченности 40...60 %, умеренно высокая (у/выс.) водность соответствует обеспеченности 20...40 %, высокая водность – обеспеченности 20 % и менее, умеренно низкая (у/низкая) водность соответствует обеспеченности 60...80 %, низкая водность – 80 % и более.

В среднем потери стока за период 2001...2018 гг. составили 62 % от величины стока половодья. При подсчете средних потерь не учитывался 2015 год, который был экстремально многоводным и сток в этот год на 20 % превышал потери. Самые большие потери стока наблюдались в годы с малоснежными зимами и с сухим предзимним периодом, величина их достигает 97 % (2006 год).

Целью данного исследования является возможность использования данных о величине предполагаемых потерь талых вод для прогнозирования стока весеннего половодья, поэтому необходимо выявить закономер-

ность изменения величины потерь стока от имеющихся на момент прогноза фактических метеорологических параметров.

Таблица 2

Потери талого стока на водосборе р. Есиль – с. Турген в  
предпаводочный период

Годы	Градации половодья по водности	Слой стока за паводье, мм	Сумма осадков за ноябрь...март, мм	Сумма осадков за период паводья, мм	Потери стока	
					мм	%
2001	у/выс.	47,2	93,2	27,4	46,0	49
2002	у/выс.	57,4	103,3	96,3	45,9	44
2003	низкая	12,2	86,1	26,1	73,9	86
2004	средняя	40,3	64,4	52,9	24,1	37
2005	средняя	33,9	73,6	38,5	39,7	54
2006	низкая	2,2	67,4	26,6	65,2	97
2007	средняя	31,5	115,9	56,5	84,4	73
2008	средняя	28,9	83,4	27,5	54,5	65
2009	низкая	11,4	83,0	57,6	71,6	86
2010	средняя	38,7	127,1	14,4	88,4	70
2011	низкая	12,9	90,4	11,9	77,5	86
2012	у/низкая	17,6	69,2	33,8	51,6	75
2013	средняя	34,1	148,2	62,9	114,1	77
2014	у/выс.	57,8	112,2	52,8	54,4	48
2015	высокая	134	111,3	136,8	-22,7	0
2016	у/выс.	55	112,7	45,0	57,7	51
2017	высокая	96,1	126,1	59,9	30,0	24
2018	у/выс.	61,1	93,4	95,0	32,3	35

Как уже отмечалось ранее, основным фактором, влияющим на величину потерь талого стока р. Есиль – с. Турген, является осеннее увлажнение, именно этот параметр и будет основополагающим при анализе. Распределив имеющиеся данные в ранжированном порядке (табл. 3) по величине суммы осадков за сентябрь-октябрь месяцы, определим какие же величины основных метеопараметров за ноябрь-январь и ноябрь-февраль будут соответствовать уже посчитанным ранее потерям.

Из табл. 3 видно, что величина потерь увеличивается с уменьшением суммы осадков в предзимний период. Некоторая закономерность прослеживается и с суммой зимних осадков, а вот зимние температуры могут варьировать в широком диапазоне при одинаковых первых двух факторах. Поэтому для оценки общих потерь при прогнозировании стока

весеннего половодья можно использовать только данные об осадках за предзимний и зимний период.

Таблица 3

Сводные данные о потерях стока и соответствующих основных метеофакторов за период сентябрь-февраль

Годы	Слой стока за половодье, мм	Градации половодья по водности	Сумма осадков за 9...10 месяцы, мм	ноябрь-январь		ноябрь-февраль		Потери стока, %
				Сумма осадков, мм	Средняя температура воздуха, °С	Сумма осадков, мм	Средняя температура воздуха, °С	
2015	134	выс.	77,6	72,8	-10,9	79,3	-11,0	0
2002	57.4	у/выс.	65,6	47,6	-7,4	70,5	-7,1	24
2018	61.1	у/выс.	55,0	56,2	-11,1	64,0	-12,0	35
2017	96.1	выс.	53,8	86,8	-10,8	113	-11,5	37
2001	47.2	у/выс.	49,0	69,4	-12,3	89,1	-13,0	44
2016	55	у/выс.	46,3	89,6	-9,6	97,9	-9,5	48
2009	11.4	низк.	43,7	52,3	-9,2	63,6	-10,9	49
2005	33.9	средн.	43,0	51,4	-10,1	54,8	-12,5	51
2008	28.9	средн.	40,6	35,6	-13,9	47,4	-14,0	54
2013	34.1	средн.	40,1	88,1	-11,3	101	-10,8	65
2007	31.5	средн.	39,5	68,1	-6,5	97,7	-7,6	70
2004	40.3	средн.	38,9	31,0	-11,0	55,9	-10,7	73
2014	57.8	у/выс.	38,5	67,4	-8,6	92,1	-11,2	75
2012	17.6	у/низ.	30,6	34,1	-14,7	44,8	-16,3	77
2010	38.7	средн.	30,5	81,1	-12,8	90,9	-14,8	86
2003	12.2	низк.	23,3	63,6	-11,5	70,9	-12,3	86
2011	12.9	низк.	15,3	59,9	-11,1	79,0	-11,9	86
2006	2.2	низк.	13,2	46,2	-12,6	59,2	-12,6	97

Проведем краткий анализ полученных результатов. Четко прослеживается, что периоды высокого и умеренно высокого половодья происходили при сумме осадков в осенний период более 50 мм, и в зависимости от суммы зимних осадков потери талых вод составляли до 45 %.

В диапазоне сумм осеннего увлажнения от 45 до 50 также четко видно, что потери составляют 30...45 %.

В диапазоне низкого стока тоже четко можно предположить, что потери будут более 85 %.

Сложно выделить потери в диапазоне среднего по водности половодья, здесь нет четко просматриваемой зависимости потерь от величин увлажнения и осадков, но, все равно, диапазон потерь будет в рамках 35...85 %.

Используя данные табл. 3 можно уже 1-го февраля ориентировочно представить какие потери стока ожидаются лишь по фактическим данным об осадках за сентябрь-январь месяцы. А располагая прогнозными значениями осадков, возможно также, ориентировочно, по потерям определить величину слоя стока предстоящего весеннего половодья. Для этого необходимо к фактическим данным суммы осадков за ноябрь-январь прибавить прогнозное значение суммы осадков за январь-май и отнять потери.

Конечно, диапазон полученного значения будет недостаточным для прогноза, как такового, но будет большим подспорьем прогнозисту в предвычислении ранга водности предстоящего половодья. Результаты анализа зависимости потерь стока от суммы осадков по диапазонам на основе имеющихся фактических данных за период сентябрь-январь наглядно представлены в табл. 4.

Таблица 4

Результаты анализа зависимости потерь стока от суммы осадков на основе имеющихся фактических данных за период сентябрь-январь

Сумма осадков за сентябрь-октябрь, мм	Сумма осадков за ноябрь-январь, мм	Потери стока, %
более 50	более 70	0...30
более 50	от 45 до 70	30...45
от 45 до 50	более 65	45...55
от 30 до 45	от 30 до 80	35...85
менее 30	менее 65	85 и более

Рассмотрим по такому же принципу второй вариант – составление прогноза в начале марта по имеющимся фактическим данным об осадках по февраль месяц включительно.

При втором варианте зависимость величины потерь стока от суммы осадков в осенний и зимний периоды прослеживается уже более чётко, чем в первом. Это позволяет определять потери в более узких диапазонах.

Результаты анализа зависимости потерь стока от суммы осадков по диапазонам на основе имеющихся фактических данных за период сентябрь-февраль наглядно представлены в табл. 5.

Таким образом, располагая фактическими данными об осадках за сентябрь-февраль уже более отчетливо и в более узких диапазонах можно спрогнозировать величину общих потерь стока.

Таблица 5

Результаты анализа зависимости потерь стока от суммы осадков на основе имеющихся фактических данных за период сентябрь-февраль.

Сумма осадков за сентябрь-октябрь, мм	Сумма осадков за ноябрь-январь, мм	Потери стока, %
более 60	более 70	0...25
от 50 до 60	более 60	25...40
от 40 до 50	более 45	45...55
от 30 до 40	более 55	65...85
менее 30	менее 80	85 и более

Конечно же вышеописанный анализ проводился только за последние годы, за период 2001...2018 гг., поэтому для практического применения результатов подобных исследований в прогностической практике необходимо провести анализ за более длительный период, насколько позволит наличие необходимых для этого метеорологических и гидрологических данных.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Голубцов В.В., Ли В.И., Попова В.П. Моделирование процесса поступления воды на поверхность равнинного водосбора (на примере реки Ишим) // Гидрометеорология и экология. – 1997. – №4. – С. 76-91.
- 2 Попов Е.Г. Анализ формирования стока равнинных рек. – Л.: Гидрометеоздат, 1956. – 132 с.
- 3 Ресурсы поверхностных вод районов освоения целинных и залежных земель. – Вып. 1., Акмолинская область – Л.: Гидрометеоздат, 1958. – 789 с.
- 4 Руководство по гидрологическим прогнозам. – Вып. 1., Долгосрочные прогнозы элементов водного режима рек и водохранилищ – Л.: Гидрометеоздат, 1989 – 358 с.
- 5 Салов М.С. Весенний сток в зоне недостаточного увлажнения и возможности его прогноза. // Труды ЦИП. – 1954. – вып.34 (61). – С. 77-133.
- 6 Семенов В.А. Испарение и конденсация снега в условиях Центрального Казахстана. // Труды КазНИГМИ. – 1963. – Вып. 18. – С. 49-56.

Поступила 30.11.2020

М.Ц. Лю  
А.О. Домран  
Н.У. Кузагельдина  
А.А. Болатова  
Н.Т. Серікбай

## ЕСІЛ ӨЗЕНІНІҢ ЖОҒАРҒЫ АҒЫСЫНДАҒЫ ЕРІГЕН АҒЫН ШЫҒЫНЫН БАҒАЛАУ

**Түйін сөздер:** ағынның жоғалуы, күзгі ылғалдану, қар жамылғысындағы су қоры немесе қар қоры, көктемгі су тасқынының ағын қабаты

*Мақалада бассейнің қысқаша сипаттамасы келтірілген және Есіл өзенінің көктемгі ағынын қалыптастыру шарттары сипатталған. Есіл – Түрген өзендерінің көктемгі ағысының қар қорының көлеміне, күзгі ылғалдану мөлшеріне және басқа да факторларға тәуелділігі талданды. Су тасқыны алдындағы кезеңде ылғалдың жалпы шығыны есептеледі. Болжам кезінде бар нақты метеорологиялық параметрлерден ағын шығынының шамасының өзгеру заңдылығы анықталды. Есіл өзені – Түрген а. көктемгі су тасқынының ағынын болжау кезінде шығындарды есептеу бойынша ұсыныстар екі нұсқада берілді, бірінші болжам – ақпанның басында, екіншісі – наурыздың басында жасалады.*

M. Lyu, A. Domran, N. Kujageldina, A. Bolatova, N.T. Serikbay

## MELT RUNOFF LOSSES ESTIMATION IN THE UPPER AREAS OF THE ESIL RIVER BASIN

**Key words:** runoff losses, autumn moisture, water reserves in the snow cover or snow reserves, spring flood runoff

*The article provides a brief description of the basin and describes the conditions of the spring flow formation of the Esil – s. Turgen river. The dependences of the spring runoff of the Esil – s. Turgen from the value of snow reserves, from the value of autumn moisture and other factors has been analysed . The total moisture losses in the pre-flood period has been calculated. The regularity of changes in flow losses from the function of actual meteorological parameters available at the forecasting day is detecting. Recommendations are given for calculation of runoff losses for spring flood runoff forecasting of the river. Esil – s. Turgen for two options, the first – when it is predicted at the beginning of February and the second - at the beginning of March.*

УДК 504.05.504.06

Канд. физ.мат. наук

Е.Т. Бекжигитов<sup>1</sup>Г.К. Джусупова<sup>2</sup>Б.С. Юсупова<sup>1</sup>

### ВОПРОС ОБ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ НА ПРИМЕРЕ ПАВЛОДАРСКОГО НЕФТЕХИМИЧЕСКОГО ЗАВОДА

**Ключевые слова:** охрана окружающей среды, план природоохранных мероприятий, атмосферный воздух, санитарно-защитная зона

*В статье представлен краткий обзор природоохранной деятельности Павлодарского нефтехимического завода. Приведены конкретные мероприятия по улучшению состояния окружающей среды и уменьшению выбросов вредных веществ. Перечислены экологические проекты, которые планируют реализовать в ближайшее время.*

Павлодарский нефтехимический завод (ТОО «ПНХЗ») (рис. 1) – крупнейшее предприятие на северо-востоке Казахстана по переработке нефти и производству нефтепродуктов. Стратегический приоритет ТОО «ПНХЗ» – эффективное использование ресурсов, ответственное отношение к окружающей среде. Год за годом завод реализует конкретные шаги по исполнению своих обязательств в области охраны окружающей среды [4].

С целью реализации Орхусской конвенции о доступе широкой общественности к информации о принимаемых решениях в хозяйственной деятельности компании по рациональному природопользованию, повышению роли средств массовой информации, как института гражданского общества в продвижении государственной информационной политики в области экологии ТОО «ПНХЗ» на

---

<sup>1</sup>ТОО «Республиканский учебный центр «ПАРАСАТ», г. Алматы, Казахстан

<sup>2</sup>ТОО «ПНХЗ», г. Павлодар, Казахстан

ежегодной основе публикует статьи о своей природоохранной деятельности, а также принимает активное участие в пресс-релизах и брифингах области [1].



*Рис.1. ТОО «Павлодарский нефтехимический завод»  
(фото автора).*

На основании программы проведения производственного экологического контроля, предприятие обеспечивает соблюдение требований экологического законодательства РК [3]; сведение к минимуму воздействия производственных процессов на окружающую среду и здоровье человека; повышение эффективности использования природных и энергетических ресурсов. Проведение экологического контроля позволяет формировать более высокий уровень экологической информированности и ответственности руководителей и работников предприятия; информировать общественность об экологической деятельности предприятия и рисках для здоровья населения; повышать уровень соответствия экологическим требованиям; повышать производственную и экологическую эффективность системы управления охраной окружающей среды; вести учет экологических рисков при инвестировании и кредитовании.

На предприятии введена система экологического менеджмента, разработаны документированные процедуры и инструкции по управлению водными ресурсами, по организации производственного контроля, по управлению отходами производства и потребления и др.

Для достижения оптимальных результатов в области охраны окружающей среды на предприятии разработан и согласован с уполномоченным органом план природоохранных мероприятий на 2020...2029 гг.

Благодаря эффективному выполнению и внедрению мероприятий по охране атмосферного воздуха было снижено количество выбросов вредных веществ. С каждым годом данный показатель снижается минимум на 2,5 %. Причиной снижения выбросов является установление внутривоздушных норм соотношения сжигания жидкого и газообразного топлива, введение в эксплуатацию новой компрессорной станции, которая позволила снизить количество сжигания газа на факельной системе предприятия.

Также проводятся мероприятия по снижению сбросов сточных вод в накопитель «Сарымсак». Снижение сбросов связано с рациональным и экономным водопотреблением, снижающим потери воды. Экономия воды составляет как минимум 5 %. Также наблюдается стойкое снижение концентраций загрязняющих веществ.

На предприятии разработана система управления отходами производства и потребления. Обращение с отходами соответствует установленным нормативным требованиям Республики Казахстан. На ТОО «ПНХЗ» производится переработка нефтешлама и передача нефтесодержащих отходов на обезвреживание и переработку, что позволяет исключить их размещение и захоронение, соответственно значительно снижается негативное влияние на окружающую среду.

Уменьшение выбросов парниковых газов также является важной задачей предприятия. В данном вопросе имеются успехи за счет снижения потребления топлива.

Предприятие направляет немалые средства на выполнение природоохранных мероприятий. Инвестиции, направленные предприятием на охрану окружающей среды, в целом за последние 5 лет (2016...2020 гг.) составили 3,1 млрд. тенге.

Затраты на проведение мероприятий по охране окружающей среды:

- в 2018 году составили 590,3 млн. тенге;
- в 2019 году составили 605,4 млн. тенге;

– за 9 месяцев 2020 года – 805,8 млн. тенге. По сравнению с 2019 г. затраты увеличились на 200, 4 млн. тенге (33,1 %). Динамика затрат с каждым годом растет.

Основные природоохранные мероприятия, выполненные за 9 месяцев 2020 года:

- охрана воздушного бассейна (замена уплотняющих затворов на 2-х резервуарах);

- охрана водных ресурсов (строительство канализационной насосной станции для откачки стоков, капитальный ремонт градирни);

- охрана земельных ресурсов, озеленение (формирование ликвидационного фонда накопителя твердых отходов, озеленение территории предприятия и санитарно-защитной зоны);

- научно-исследовательские работы, направленные на снижение воздействия на окружающую среду, экологическое просвещение (обеспечение производственного экологического мониторинга; инвентаризация выбросов парниковых газов);

- обращение с отходами производства и потребления: сокращение, переработка, утилизация, захоронение, включая передачу отходов сторонним организациям, содержание накопителя твердых отходов, сбор и транспортировка отходов, а также обеспечение радиологического контроля [4].

Введение в эксплуатацию новой компрессорной станции на установке замедленного коксования производства переработки тяжелых нефтяных остатков позволило компримировать жирный газ с высокой плотностью для использования в качестве топлива на технологических печах предприятия с целью снижения сжигания жидкого топлива.

Введение в эксплуатацию новой компрессорной станции позволило изменить соотношение сжигаемого топлива, а именно снизить на 10 % потребление жидкого топлива (рис. 2).

Количество газа, утилизированного на факельной системе, составило:

- за 9 месяцев 2019 г. – 19708 тонн;

- за 9 месяцев 2020 г. – 11044 тонн. По сравнению с аналогичным периодом 2019 г., количество газа, утилизированного на факельной системе снижено на 8664 тонны (44 %). Стоимость проекта составила 231 млн. тенге.



*Рис. 2. Новая компрессорная станция ТОО «ПНХЗ».*

Во исполнении Указа Президента РК «О Концепции по переходу Республики Казахстан к «зеленой экономике» предприятие проводит работы по внедрению автоматических систем мониторинга за выбросами загрязняющих веществ в атмосферу [2]:

- в 2019 г. – проведено предпроектное обследование;
- в 2020 г. – выполняются работы по разработке проекта по установке автоматических систем мониторинга на стационарных источниках;
- в 2021...2022 гг. – реализация проекта – установка автоматических систем мониторинга на стационарных источниках выбросов.

Автоматический мониторинг за выбросами обеспечит:

- постоянный контроль, который дает возможность оценивать целесообразность внедрения прогрессивных технологий, направленных на повышение экологической безопасности производственного процесса;
- принятие оперативных действий по предотвращению загрязнения атмосферы.

В рамках нового Экологического Кодекса РК 24...26 февраля 2020 г. международным центром зеленых технологий и инвестиционных проектов был проведен комплексный технологический аудит предприятия. Аудит позволит еще более эффективно выполнять поставленные задачи, выявить слабые и сильные стороны.

Как известно, леса являются «легкими» планеты, а деревья «альвеолами». Вся экосистема является единым живым организмом, а в

живом организме, как известно, здоровье зависит от нормального функционирования каждого органа. Если провести аналогию с живым человеком, то можно сказать, что все жизненно важные органы, на сегодняшний день, успешно пересаживают, но не легкие. Можно пересадить сердце, почки, печень и даже костный мозг, но нельзя пересадить легкие. Поддерживая приоритетные задачи государства о создании зеленого пояса вокруг населенных пунктов и обеспечения экологической безопасности в 2019 г. руководством предприятия принято решение о разработке Проекта озеленения санитарно-защитной зоны ТОО «ПНХЗ» (рис. 3)



*Рис.3. Высаженные саженцы на территории ТОО «ПНХЗ»  
(снимок автора).*

ТОО «ПНХЗ» вносит свой вклад в восстановление «зеленого» источника кислорода. Большое внимание ТОО «ПНХЗ» уделяет увеличению площади озеленения территории промышленной площадки и санитарно-защитной зоны предприятия, так как это позволит в значительной степени снизить нагрузку на атмосферный воздух. Проект озеленения санитарно-защитной зоны ТОО «ПНХЗ» предусматривает

поэтапное озеленение и уход за зелеными насаждениями в период с 2020 по 2025 годы. В рамках реализации проекта озеленения санитарно-защитной зоны ТОО «ПНХЗ» планируется посадка 17000 деревьев на общей площади 64 гектара. Территория озеленения расположена в северо-западном направлении от предприятия, в сторону населенного пункта села Павлодарское и природоохранной зоны поймы реки Иртыш (рис. 4).

Также, в рамках плана мероприятий по охране окружающей среды, предприятие ежегодно проводит комплекс работ по благоустройству и озеленению своей территории. В 2020 году на промышленной площадке предприятия посажено 135 деревьев.

Наряду с этим, уже во втором полугодии 2020 г., в рамках проекта озеленения санитарно-защитной зоны, ТОО «ПНХЗ» реализован «Первый этап» озеленения территории санитарно-защитной зоны, проведена посадка 3735 саженцев тополя белого 2-летнего на площади 11, 2 гектара.



*Рис.4. Работники ТОО «ПНХЗ» в процессе высадки саженцев на санитарно-защитной зоне предприятия (снимок автора).*

Наряду с решением важных вопросов по охране окружающей среды, предприятие принимает активное участие в экологических акциях и мероприятиях.

В 2020 году проведены следующие экологические акции и мероприятия:

- информирование общественности путем ретрансляции данных о состоянии атмосферного воздуха на LED-экранах г. Павлодара и предприятия;

- проведение конкурса среди детей работников предприятия и сервисных компаний на тему: «Идеи по улучшению экологии на предприятии», все участники конкурса были награждены грамотами и ценными подарками;

- участие в месячниках по санитарной очистке г. Павлодара;

- проведение ежегодного комплекса дезинсекционных мероприятий на накопителе «Сарымсак»;

- внедрение раздельного сбора пластиковых отходов и макулатуры;

- проведение экологического обучения для вновь принятого персонала.

Не останавливаясь на достигнутом, ТОО «ПНХЗ» продолжает работу над крупными проектами:

1. Проект «ERTIS» включает в себя реализацию следующих этапов модернизации и реконструкции:

- строительство установки по очистке сжиженных углеводородных газов, срок реализации 2019...2022 гг.;

- реконструкция установки гидроочистки дизельного топлива, срок реализации 2019...2023 гг.

Экологический эффект проекта – снижение содержания сернистых соединений в выпускаемой продукции (от 50 до 5 ppm).

2. Строительство автоматизированной установки тактового налива (АУТН) с развитием транспортной инфраструктуры (оснащение герметичной системой налива), срок реализации 2020...2023 гг.

Экологический эффект проекта – снижение выбросов углеводородов.

3. Реконструкция печей на технологических установках предприятия (оснащение современными горелочными устройствами), срок реализации 2021...2024 гг.



E.T. Bekzhigitov, G.K. Dzhusupova, B.S. Yusupov

**THE QUESTION OF ENVIRONMENTAL RESPONSIBILITY OF  
ENTERPRISES ON THE EXAMPLE OF THE PAVLODAR  
PETROCHEMICAL PLANT**

**Key words:** environmental protection, plan of environmental protection measures, atmospheric air, sanitary protection zone

*The article provides a brief overview of the environmental protection activities of the Pavlodar petrochemical plant. Specific measures are given to improve the state of the environment and reduce emissions of harmful substances. Environmental projects that are planned to be implemented in the near future are listed.*

УДК 551.506.2:551.509.51

Е.Ю. Смирнова<sup>1</sup>  
М.Э. Шмидт<sup>1</sup>  
Ж.К. Исабекова<sup>1</sup>  
М.Н. Сакимова<sup>1</sup>  
И.В. Веревкина<sup>1</sup>  
С.М. Смагулова<sup>1</sup>  
С. Ибраев<sup>1</sup>  
Е.И. Васенина<sup>1</sup>  
Н. Лоенко<sup>1</sup>  
Е. Муканов<sup>1</sup>

### СТИХИЙНЫЕ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН В 2019 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 2019 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.** Средняя за год температура воздуха была в пределах климатической нормы на большей части республики, выше нормы на 1...2 °С – в юго-западной половине страны, местами на востоке и в отдельных районах севера Казахстана, ниже нормы на 1...4 °С – в отдельных районах северо-запада и юго-востока страны.

Осадков за год выпало около нормы на большей части территории страны, больше нормы в 1,3...1,4 раз выпало в отдельных районах северной, центральной и восточной части республики, меньше нормы отмечалось местами в северо-западных, центральных, южных и юго-восточных регионах.

**Зима** была преимущественно теплой и с осадками, поскольку большую часть сезона над территорией республики преобладала циклонич-

ческая деятельность. Лишь в первой половине февраля с северным вторжением холодных воздушных масс с районов Карского моря температура воздуха резко понизилась.

**Весной** погода также была преимущественно теплой и с осадками на большей части территории Казахстана, в конце сезона теплая погода сохранилась лишь в западной половине республики, на восточную половину страны оказывала влияние высотная ложбина холода, ориентированная с районов полуострова Таймыр.

В начале **лета** циклоны и связанные с ними атмосферные фронты обусловили прохладную и дождливую погоду, за исключением западных регионов. На протяжении июля в Казахстане держалась экстремально жаркая погода с дефицитом осадков. В конце лета в западных регионах температурный фон был ниже климатических значений, на остальной территории сохранились высокие положительные аномалии температуры.

Начало **осени** выдалось холодным в западной половине Казахстана, с осадками практически на всей территории страны, в середине сезона наступили по-летнему жаркие дни, которые характеризуются как «бабье лето», в ноябре погода была экстремально холодной за счет частого вторжения холодных воздушных масс с районов Восточной Сибири.

Устойчивый переход средней суточной температуры воздуха через 0 °С весной 2019 года на юге, юго-западе произошел в начале февраля, на юго-востоке – в конце февраля и начале марта, в центральной части – в начале марта, на севере, северо-западе, северо-востоке и востоке – в третьей декаде марта и начале второй декады апреля.

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

**Январь** был преимущественно теплым с небольшим количеством осадков. В северной половине и на западе республики поле повышенного давления способствовало формированию погоды с малым количеством осадков и температурой воздуха близкой к норме, в южной и юго-восточной половине частые выходы южных циклонов и связанные с ними атмосферные фронты обусловили теплую погоду с осадками.

Средняя месячная температура воздуха была выше нормы на 1...6 °С на большей части Казахстана, около нормы отмечалась местами

на обширных территориях северной, восточной, центральной и западной части республики, ниже нормы на 1...2 °С – в отдельных районах запада.

Количество осадков составило меньше нормы на большей части территории республики, около нормы в юго-восточной части, местами на западе и северо-западе Казахстана, больше нормы в 1,3...2,2 раза – местами на юге, востоке, западе республики. Местами в Казахстане высота снежного покрова превысила норму в 2...3 раза и достигла на это время года максимальных значений за весь период наблюдений.

**В феврале** большую часть месяца на восточную половину республики оказывала влияние высотная ложбина в средней тропосфере, а на западную – высотный гребень. Во второй половине первой декады с районов Карского моря произошло ультраполярное вторжение антициклона, которое вызвало почти повсеместное понижение температуры воздуха, при этом температура понизилась до критериев опасных явлений: в северных, центральных и восточных областях до минус 40 °С, на юге до минус 28...23 °С. Лишь в третьей декаде с юго-западным выносом тепла со Средней Азии наблюдалось повышение температурного фона.

Средняя месячная температура воздуха была около нормы на большей части республики, ниже нормы на 1...2 °С – местами в северо-восточной и северо-западной части страны, выше нормы на 1...3 °С – на юго-западе и юге страны.

Осадков выпало около нормы на большей части республики, больше нормы в 1,3...2 раза – в восточной половине Казахстана и местами на западе страны, меньше нормы – местами в северо-западной и юго-восточной части страны.

**Март** был экстремально теплым. Преобладание широтных процессов в первой и во второй декадах, а также высотного гребня в средней тропосфере в третьей декаде обусловили положительную аномалию средней месячной температуры воздуха. Выходы южных циклонов и активная циклоническая деятельность в западных и северо-западных районах способствовали выпадению осадков больше нормы, за исключением восточной части республики, где преобладал антициклональный тип погоды. Температура воздуха в марте была выше нормы на 1...6 °С. Количество осадков составило больше нормы в 1,2...3,8 раза в западной половине, около нормы местами в северных, центральных, юго-восточных и северо-западных регионах республики, меньше нормы – преимущественно в восточной половине Казахстана.

**Апрель** выдался теплым и с осадками. В первой половине апреля над всей территорией республики отмечалась продолжительная волна тепла, которая была обусловлена усилением высотного гребня в средней тропосфере. Во второй половине месяца высотный гребень сменился глубокой ложбиной циклона, центр которого находился над Таймыром. Над северными регионами республики отмечалось северо-западное вторжение антициклона. На южную половину республики оказывал влияние южный циклон, сместившийся с районов Средней Азии, который принес дождливую и прохладную погоду.

Температура воздуха в апреле была около нормы на большей части территории республики, выше нормы на 1...3 °С – на востоке, местами юго-востоке и западе РК.

Количество осадков было больше нормы в 1,3...3 раза на большей части территории республики, около нормы – на западе, северо-западе, юге и в восточной части страны, меньше нормы – в отдельных районах северо-запада, юга и востока республики.

В **мае** большая часть территории Казахстана находилась под влиянием высотного гребня, что обусловило положительную аномалию в 1...4 °С. Лишь на восточную половину страны оказывала влияние малоподвижная глубокая ложбина, которая стала причиной температуры ниже нормы на 1...3 °С.

В приземном слое в связи с преобладанием антициклона на большей части территории Казахстана осадков выпало меньше нормы, за исключением восточных и юго-восточных регионов, где с прохождением ложбины циклона и связанных с ней фронтальных разделов осадков выпало больше нормы в 1,3...6 раз.

В **июне** влияние высотной ложбины циклона, центр которого располагался в районе Карского моря, и северо-западное, западное вторжения у земли способствовали прохладной и дождливой погоде с грозами, градом и усилением ветра. Исключение составили западные регионы, где под влиянием высотного гребня наблюдалась жаркая погода и значительный дефицит осадков. В конце месяца высотная ложбина сохранила свое влияние лишь на северо-восток страны, а на остальной территорию с постепенным поступлением теплых воздушных масс с юга Каспия температура стала повышаться.

Средняя месячная температура воздуха в июне была ниже нормы на 1...3 °С в северной половине Казахстана, около нормы – в южной

половине, местами на востоке и северо-западе республики, выше нормы на 1...3 °С – в западной части страны.

Количество осадков было больше нормы в 1,3...4 раза в восточной половине республики, меньше нормы – в западной, около нормы – местами по территории Казахстана.

**Июль** выдался аномально жарким. В течение первой и третьей декады на северную половину республики с районов Скандинавии и ЕТР оказывали влияние циклоны и связанные с ними атмосферные фронты, которые принесли дожди, местами сильные, грозы, град, усиление ветра. Над южными регионами господствовал отрог антициклона у земли и юго-западные потоки в средней тропосфере, что привело к формированию аномально жаркой и сухой погоды. Практически на протяжении всей второй декады с юго-западными потоками происходил вынос горячего и сухого воздуха с районов Ирана, что способствовало формированию в республике крупных положительных аномалий температуры до 7 °С.

Температура воздуха в июле была выше нормы на 1...4 °С на большей части республики, около нормы – на западе и востоке страны.

Количество осадков за месяц было меньше нормы на большей части территории республики, около нормы – местами на западе, востоке и севере страны, больше нормы в 1,3...5 раз – на западе, в отдельных районах востока, юга и северо-запада Казахстана.

В первой половине **августа** в западной и северо-западной половине республики под влиянием высотной ложбины наблюдалась прохладная погода с осадками. В это время на юго-восточную половину страны осуществлялся юго-западный вынос теплых воздушных масс с районов Ирана, поэтому наблюдалась жаркая и без осадков погода. В отдельных регионах юга отмечалась сильная жара до 44 °С (на М Шардара, Туркестанская область). Во второй половине месяца с выносом теплых воздушных масс, а также со смещением высотного гребня на западные регионы наблюдалось постепенное повышение температуры до критериев СГЯ. Сместившаяся с западных регионов высотная ложбина и обострение фронтальных разделов в горных и предгорных районах юго-востока, обусловила понижение температуры и выпадение сильных осадков (до 42 мм) в этих регионах. В конце августа на большую часть Казахстана оказывала влияние высотная ложбина и активная циклоническая деятельность, которые способствовали выпадению сильных дождей (31...43 мм) на востоке и юго-востоке страны.

Температура воздуха за месяц была около нормы на большей части республики, выше нормы на 1...2 °С – в восточной половине Казахстана, ниже нормы на 1...2 °С – на западе страны.

Количество осадков за месяц выпало около нормы на большей части территории республики, меньше нормы – на юге, местами в западных, центральных, северо-восточных регионах республики, больше нормы в 1,3...4 раза – в отдельных районах севера, запада, юго-востока Казахстана.

**Сентябрь** был прохладным и дождливым. Большую часть месяца на территорию Казахстана осуществлялся заток холодных воздушных масс с районов Скандинавии. Лишь в отдельных районах юга-востока и востока с выносом тепла с районов Средиземного моря отмечалась положительная аномалия температуры до 1 °С. В приземном слое преобладание активной циклонической деятельности привело к неустойчивому характеру погоды с сильным ветром до 30 м/с (М Тайынша и М Тимирязево, Северо-Казахстанская область) и частым выпадениям осадков, которые на большей части страны превысили месячную норму в 1,3...9 раз.

Температура воздуха в среднем за месяц была около нормы на большей части республики, ниже нормы на 1...3 °С – в северо-западной половине страны.

Осадков за месяц выпало больше нормы в 1,3...9 раз на большей части территории республики, около нормы – местами на западе, юге и северо-востоке, меньше нормы – в отдельных районах запада, юга, востока страны.

Погода в **октябре** была теплой и преимущественно с малым количеством осадков. В течение месяца в приземном слое преобладало поле повышенного давления, в средней тропосфере – высотный гребень тепла и широтные потоки. Лишь в середине месяца активный циклон и связанные с ним атмосферные фронты привели к выпадению осадков, местами сильных в северных, центральных, восточных и юго-восточных районах страны (15...26 мм), а также образованию туманов и гололедных явлений.

Температура воздуха за месяц была выше нормы на 1...4 °С практически на всей территории Казахстана, около нормы – в отдельных районах юго-восточной части республики.

Количества выпавших за месяц осадков было меньше нормы на большей части республики, около нормы – в северо-восточной части Казахстана, больше нормы в 1,3...3 раза в отдельных районах северо-востока, юга и запада страны.

**Ноябрь** был экстремально холодным и с малым количеством осадков. В первой декаде месяца на северную половину Казахстана оказывал влияние активный циклон с районов Атлантики, а на южную осуществлялся выход южного циклона, что в целом способствовало выпадению осадков, местами сильных (М Улькен Алматы – 22 мм). Во второй и третьей декадах погоду над территорией Казахстана определяли частые северо-западные вторжения антициклонов с районов Карского моря, что привело к существенному понижению температуры воздуха практически над всей территорией страны и формированию отрицательных аномалий температуры.

Температура воздуха за месяц была ниже нормы на 1...5 °С на большей части республики, около нормы – в отдельных районах северо-западной части страны.

Количество осадков было меньше нормы на большей части республики, около нормы – в северо-восточной половине РК, больше нормы в 1,3...3 раза – в отдельных районах севера, востока, юго-востока и запада страны.

**Декабрь** был экстремально тёплым и влажным. Теплая с осадками погода была обусловлена преобладанием широтных потоков в средней тропосфере. В приземном слое атмосферы частое обострение фронтальных разделов, смена барических образований способствовали формированию градиентных зон, в результате на севере и юго-востоке республики усиливался западный ветер до критериев СГЯ, отмечалась сильная низовая метель с ухудшением видимости до 100...500 м, продолжительностью 12...30 ч (19, 21 декабря М Нурлыкент). Лишь в начале, в середине и в конце месяца под влиянием антициклона осадки прекратились. Так же наблюдались очень сильные туманы с ухудшением видимости до критериев СГЯ на севере, востоке и юге Казахстана, с продолжительностью 8...11 ч.

Температура воздуха за месяц была выше нормы на 1...6 °С на всей территории РК, около нормы – на крайнем юго-востока страны.

Количество осадков за месяц было около нормы на большей части республики, меньше нормы в юго-западной части республики, местами на востоке, больше нормы в 1,3...2,4 раза – в северо-восточной части, на юге и местами на северо-западе, юго-востоке страны.

**Краткая характеристика синоптических процессов, обусловивших возникновение стихийных метеорологических явлений.**

**Сильный ветер, шквал.** В 2019 году сильные ветры при скорости 30 м/с и более на территории Казахстана наблюдались на 16 метеорологических станциях (далее – М). Всего зарегистрировано 32 случая такого усиления ветра, которые отмечались в холодное время года – январь, февраль.

Как и в предыдущие годы, наибольшее число случаев ураганного ветра юго-восточного направления отмечалось в зимний период в районе Алакольских озер на М Жаланашколь – 7 случаев, на М Алаколь – 1 случай. Скорость ветра при этом была 31...36 м/с, в отдельных случаях 40...48 м/с и продолжительностью 3...48 ч. Сильный юго-восточный ветер в районе Жаланашколя возникает при определённых синоптических процессах, что связано с влиянием орOGRAPHии.

Рассмотрим синоптическую обстановку на примере 07 января 2019 года. Со стороны Монголии происходит перемещение антициклона, в центре которого при приближении к горному массиву отмечается рост давления. Отрог этого антициклона ориентирован на Восточный Казахстан. Над югом и юго-востоком Казахстана в это время находится область пониженного давления. На карте АТ 850 гПа отмечается повышение температуры на 5...6 °С. На карте ОТ 500/1000 гПа на юг и юго-восток республики распространяется гребень тепла. Из-за такого расположения барических образований происходит увеличение барических градиентов и накопление холодных воздушных масс с южной стороны Жетысуских ворот, что приводит к росту давления в этом районе и движению воздуха в сторону более низкого. Одновременно в нижней тропосфере наблюдается мощная и продолжительная адвекция теплого воздуха на южные, юго-восточные районы Казахстана. Прохождение воздушных масс через довольно узкий межгорный проход способствует усилению юго-восточного ветра до ураганной силы.

**Условия возникновения шквалистого ветра** рассмотрим на примере Кызылординской области. В летний период июнь-июль 2019 г. на М Жосалы отмечалось 4 случая шквалистого усиления ветра, скорость ветра при этом была 31...38 м/с, продолжительность от 3 до 20 мин.

Шквал, отмечавшийся 02 июля 2019 года, начался в 12 ч 05 мин ВСВ и продолжался 20 мин, второй случай того же дня – в 12 ч 50 мин продолжался 3 минуты. При этом сила ветра достигала 32...38 м/с.

Анализ приземной карты за 12 ч ВСВ 02 июля 2019 года показывает, что у земной поверхности над Черным морем был расположен обширный западный антициклон ( $P = 1020$  гПа), его отрог распространялся на

юго-западные и южные регионы республики. На северо-запад республики была ориентирована ложбина холодного северо-западного циклона с центром над Южным Уралом ( $P = 995$  гПа) и связанные с ней арктический и полярный фронтальные разделы. В течение дня холодные фронты смещались с запада на восток, за ними отмечался рост атмосферного давления на  $1 \dots 1,5$  гПа. Температура воздуха в районе МС Жосалы была  $+26,8$  °С, а за холодным арктическим фронтом наблюдалось значительное понижение температуры воздуха на  $10 \dots 11$  °С. Контраст температуры в зоне холодных фронтов составлял  $12 \dots 13$  °С/250 км.

Анализ спутниковых снимков позволяет проследить развитие облачности, состоящей из мощных кучевых и кучево-дождевых форм на холодном арктическом фронте (рис. 1). К возникновению шквалистого ветра приводят сильные потоки нисходящего воздуха, возникающие по краям грозового облака, которые устремляются к земле со скоростью до 100 км/ч и более. Доходя до земли этот воздух разворачивается горизонтально, соединяется с существующим ветром и начинает дуть с большей скоростью, но уже в другом направлении.

Относительно земной поверхности на картах барической топографии центр циклона расположен квазивертикально. Карта АТ 700 и АТ 500 гПа показывает, что за 12 ч геопотенциал понизился на  $5 \dots 6$  гПа. В тыл ложбины происходил заток холодного арктического воздуха. Адвекция холода за 12 ч привела к понижению температуры на  $11 \dots 13$  °С.

Карта ОТ 500/1000 гПа за 12 ч хорошо показывает резкую смену гребня тепла на ложбину холода. Очаг холода находится уже над Актюбинской областью, ось ложбины ориентирована на Кызылординскую область.

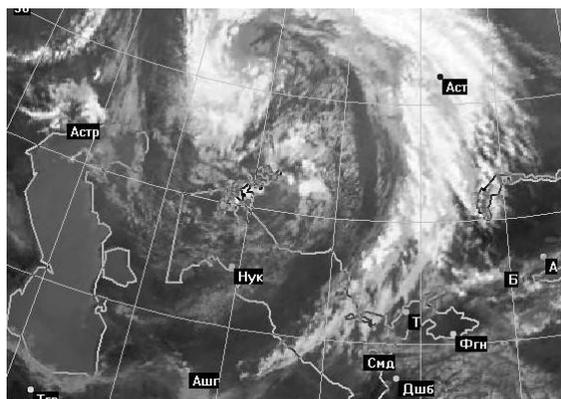


Рис. 1. Спутниковый снимок РСМЦ Ташкент за 12 ч ВСВ 02.07.2019.

Шквалы чаще всего возникают в передней части высотных барических и термических ложбин и в областях очагов холода (АТ 500 гПа, ОТ 500/1000 гПа) при высоких температурах у земной поверхности и с прохождением холодных фронтов.

**Усиление ветра юго-западного направления до ураганной силы** рассмотрим на примере Северо-Казахстанской области, где было отмечено в 2019 г. 8 подобных случаев в весенне-осенний период. Примером возникновения ураганного ветра является случай 23 сентября, обусловленный северо-западным вторжением. В этот день на севере и северо-западе республики отмечались сильные юго-западные ветра 15...20 м/с, порывы 23...28 м/с, наиболее сильным был ветер в Северо-Казахстанской области на М Тайынша и М Чкалово, здесь скорость ветра достигла 30 м/с.

Утром 23 сентября синоптическая ситуация была следующей. На приземной карте за 00 ч ВСВ 23 сентября 2019 года образовался циклон с двумя центрами – над Салехардом и Казанью ( $P_{ц} = 990...995$  гПа). Эти два циклона были связаны между собой системами фронтов, между ними располагался отрог антициклона, ориентированный на юг Урала и Западную Сибирь (рис. 2).

Циклон перемещался под активной высотной фронтальной зоной, которая была направлена с районов Скандинавского полуострова на районы ЕТР, через север Казахстана на Западную Сибирь. Скорость ведущего потока ПВФЗ достигала 90...190 км/ч, интенсивность – 28...30 гПа/500 км (рис. 3).

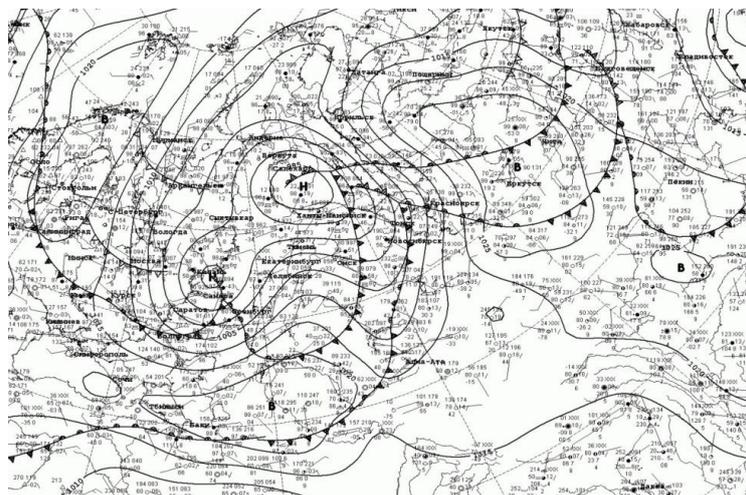


Рис. 2. Анализ приземный за 00 ч ВСВ 23.09.2019.

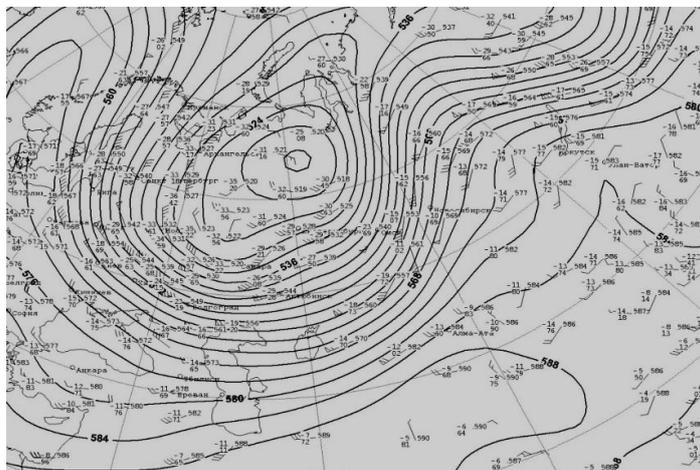


Рис. 3. Карта  $AT_{500}$  за 00 ч ВСВ 23.09.2019.

Анализ приземных карт показал, что центр циклона, находившийся в районе Казани в течение дня смещался в северо-восточном направлении со скоростью 80 км/ч за 12 ч к Екатеринбург, при этом давление в центре не менялось (990 гПа). Прослеживалось смещение циклона на северо-восток Казахстана с одновременным процессом антициклогенеза над южной половиной республики. Это привело к образованию больших барических градиентов и формированию штормовой зоны в теплом секторе циклона, что привело к ураганному ветру на М Тайынша и М Чкалово, расположенных на юге Северо-Казахстанской области. За холодным фронтом отмечался рост давления до 2...4 гПа/3 ч, контрасты температуры в зоне фронта у земли и на АТ 850 гПа составили 8...10 °С/500 км (рис. 4).

На АТ 700 гПа над севером и северо-западом Казахстана отмечалась значительная расходимость изогипс, падение геопотенциала от 5 до 15 гПа/сут.

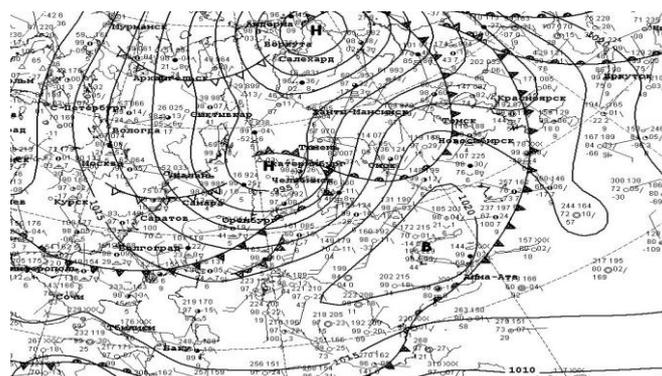


Рис. 4. Анализ приземный за 12 ч ВСВ 23.09.2019.

Таким образом, усиление ветра на М Тайынша и М Чкалово Северо-Казахстанской области было обусловлено следующими факторами:

– образованием больших барических градиентов в теплом секторе циклона;

– значительными скоростями ведущего потока ПВФЗ.

**Сильная метель.** Метели при средней скорости 15 м/с и более, продолжительностью 12 ч и более, ухудшающие видимость до 500 м и менее и приносящие значительный ущерб экономике страны, относятся к особо опасным явлениям погоды. В 2019 году было зарегистрировано 14 случаев сильных метелей. Продолжительность метелей составила от 12 до 32 ч, наибольшая – в Акмолинской области на М Атбасар. Метели наблюдались чаще всего при юго-западных, северо-западных и северо-восточных ветрах, скорость при этом достигала 15...24 м/с, видимость в метелях уменьшалась до 50 м.

Наибольшее количество сильных метелей на территории Казахстана наблюдалось в декабре месяце – 7 случаев. В качестве примера рассмотрим подробно 6 декабря, когда сильные метели наблюдались в Акмолинской и Костанайской областях, видимость уменьшалась до 100...500 м, а скорость ветра достигала 16...24 м/с.

6 декабря у земли в 00 ч ВСВ центр циклона с давлением в центре 975 гПа располагался над Скандинавским полуостровом, в течение периода центр циклона стационарировал, давление в центре не менялось, а его ложбина распространялась на северо-запад и север Казахстана. С циклоном была связана арктическая фронтальная система, холодный участок фронта проходил через центральные и восточные регионы республики и постепенно смещался в северо-восточном направлении, рост давления за холодным фронтом составил 2,0...4,0 гПа/3 ч.

На северные районы республики стал оказывать влияние теплый участок арктического фронта, падение давления перед фронтом достигало 1,5...4,0 гПа/3 ч. Фронты были хорошо выражены в поле температуры, влажности и ветра как у земли, так и на АТ 850 гПа, что обусловило обширную зону снегопадов с метелями в Акмолинской и Костанайской областях.

На карте АТ 850 гПа барический градиент достигал 12...17 гПа/500 км. Контрасты температуры в зоне фронтальных разделов составили 8...14 °С, дефицит точки росы 0,4...20 °С. На карте АТ 700 гПа барический градиент достигал 15...20 гПа/500 км, дефицит точки росы 0,4...17 °С. На карте АТ 500 гПа и АТ 300 гПа ось высотной ложбины

проходила через Омск, Павлодар – юго-восток Казахстана. ПВФЗ располагалась над районами ЕТР, Южным Уралом, севером Казахстана и Западной Сибирью, ее интенсивность на АТ 500 гПа – 24 гПа/500 км, на АТ 300 гПа – 36 гПа/500 км, скорость ведущего потока достигла 90...150 км/ч.

Приближение ложбины циклона к усилившемуся отрогу Сибирского антициклона ( $P_{ц} = 1045$  гПа), располагавшемуся над восточными, центральными и южными областями Казахстана, привело к возникновению значительных горизонтальных барических градиентов (20...25 гПа/500 км) и усилению юго-западного ветра, местами до штормового. Прохождение теплых атмосферных фронтов по территории северо-западного и северного Казахстана обусловило повсеместное выпадение снега, что и создало 6 декабря условия для очень сильных метелей.

Дальнейшее смещение ложбины циклона на северо-восток и ее постепенное заполнение привело к ослаблению барических градиентов в этих районах, что в свою очередь способствовало ослаблению ветра и прекращению метелей.

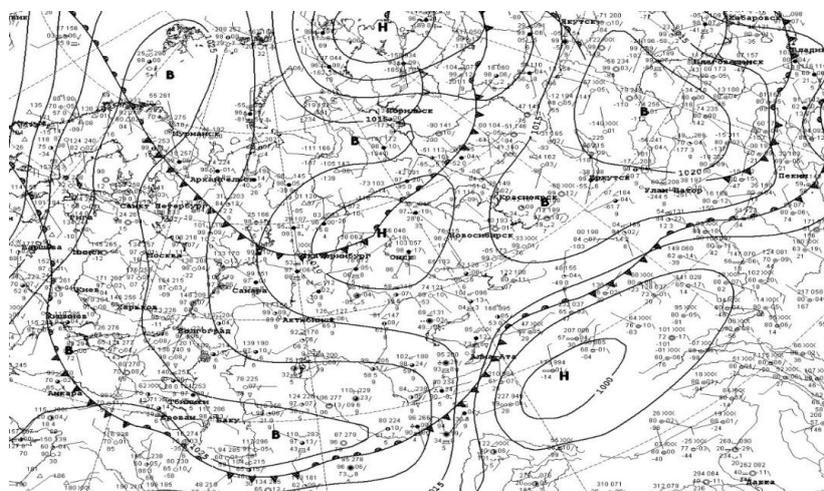
**Сильные осадки (дождь, снег).** К очень сильным дождям (СГЯ) отнесены дожди с количеством 50 мм и более за 12 часов и менее на равнинной части территории и 30 мм и более за 12 часов и менее в горных и селеопасных районах. К сильным снегопадам (СГЯ) отнесены случаи выпадения сильного снега с количеством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

За исследуемый период всего отмечено 20 случаев сильных дождей по данным 15 станций республики с количеством осадков 31...66 мм и продолжительностью 3...12 часов. Большинство случаев сильного дождя носили локальный характер. Распределение сильных дождей по территории Казахстана характеризуется особенностями, связанными со строением рельефа. Наибольшее количество метеорологических станций, отмечавших сильные дожди, расположено в Алматинской области (12 метеостанций). В Атырауской области на М Махамбет за 4 часа выпало 53 мм, в Карагандинской области на М Балкаш за 5 часов выпало 66 мм.

Азиатское северо-западное вторжение в период 24...25 апреля 2019 года вызвало обильные дожди в горных районах Алматинской области на М Алматы Каменское плато (42 мм) и М Кыргызсай (51 мм). Синоптическая ситуация в эти дни была следующая. На приземной карте 24 апреля в 00 ч ВСВ антициклон с давлением в центре 1030 гПа находился в районе Кавказа. В 12 ч ВСВ его центр уже располагался на юге Каспийского моря. В течении периода 24...25 апреля антициклон стационарировал, давление в

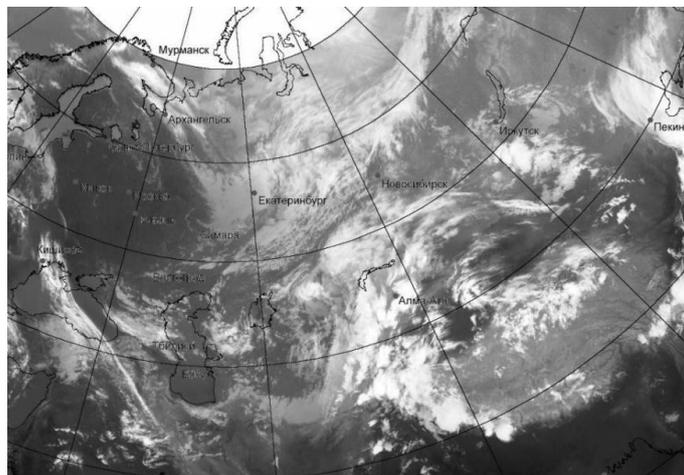
центре не менялось. В то же время над Таджикистаном находился Верхне-Амударьинский циклон, с которым была связана полярная система фронтов, в течение периода циклон смещался на юго-восток Казахстана, где началось падение давления на 1...3 гПа/3 ч. В тыл циклона распространялся отрог антициклона, перемещая полярную фронтальную систему в горные районы Илейского (Зайлийского) Алатау, что способствовало волнообразованию, обострению фронтальной деятельности, понижению температуры воздуха на 1...3 °С/12 ч и росту давления на 1...6 гПа/3 ч (рис. 5). Адвекция холодного арктического воздуха в передней части антициклона и адвекция тепла, вызванная выходом Верхне-Амударьинского циклона, способствовали увеличению контрастов температуры и развитию высококучевой облачности.

На спутниковом снимке, полученном 24 апреля в 15 ч ВСВ, над юго-востоком и востоком республики наблюдалась хорошо оформленная облачная полоса. Виден прогиб облачной полосы холодного фронта над Жамбылской областью, это указывает на интенсивный заток холода в тыл циклона. Изолированные кучево-дождевые облака представляются на снимке в виде скопления пятен облачности разных видов и размеров, образующих довольно однородное поле (рис. 6). Обычно из такой облачности выпадают ливневые осадки.



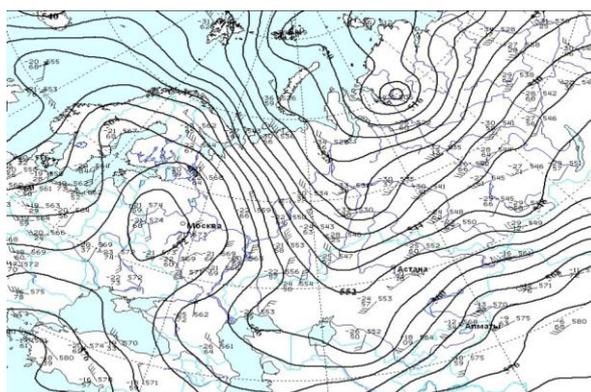
*Рис. 5. Анализ приземный за 12 ч ВСВ 24.04.2019.*

В зоне фронтальной деятельности, расположенной на высоте АТ 850 гПа, контраст температуры был 6...8 °С/500 км. По данным зондирования в районе г. Тараз в слое АТ 850...АТ 300 гПа дефицит точки росы составил 0,2...1,6 °С.



*Рис. 6. Спутниковый снимок Планета за 15 ч ВСВ 24.04.2019.*

24 апреля холодное вторжение в Среднюю Азию было обусловлено высотным циклоном. На карте АТ 500 гПа его центр располагался в районе Норильска, ось высотной ложбины была ориентирована через Западную Сибирь, северный и центральный Казахстан на Аральское море, термобарическое поле было преобразовано меридионально. Скорость ведущего потока высотной фронтальной зоны (ПВФЗ) располагалась над южными, юго-восточными и восточными районами Казахстана и отличалась слабой активностью, барический градиент достигал 12...14 гПа. ПВФЗ составила 90...130 км/ч (рис. 7). Так как ПВФЗ и холодный арктический фронт располагались параллельно горным хребтам, то создались благоприятные условия для перемещения фронтов и выпадения значительных осадков.



*Рис. 7. Анализ АТ 500 гПа за 12 ч ВСВ 24.04.2019.*

Одним из основных факторов, обуславливающих возникновение волн на атмосферных фронтах 24...25 апреля на юге и юго-востоке Казахстана, является горный рельеф местности восточных районов Средней Азии. Так группа хребтов, расположенных между Амударьей и Сырдарьей способствует волнообразованию при северных и северо-западных вторжениях и при наличии теплых воздушных масс над Ферганской долиной. При западных вторжениях холодного воздуха вероятность возникновения волн очень мала. Холодный фронт, на котором развиваются циклонические волны, связан с наличием над южными и юго-восточными районами Казахстана ПВФЗ, направленной с юго-запада на северо-восток. Остальные случаи сильного дождя и снега на юге и юго-востоке Казахстана отмечались при аналогичных синоптических ситуациях. Большие восходящие вертикальные потоки воздуха, значительные температурные контрасты в зоне фронтальных разделов, неустойчиво стратифицированный влажный воздух в нижнем 9-ти километровом слое способствовали выпадению сильного дождя и снега.

Рассмотрим синоптическую ситуацию за 03 мая 2019 года, когда на большей части Карагандинской области при северо-западном вторжении прошли умеренные дожди, ночью на М Балкаш прошел сильный дождь, где за 5 часов выпало 66 мм.

На приземной карте погоды 30 апреля в отроге антициклона образовался частный центр над Западно-Казахстанской областью с давлением 1020 гПа. В то же время центр циклона расположен над районами Среднесибирского плоскогорья с давлением в центре 995 гПа, глубокая ложбина этого циклона ориентирована через восточные, центральные регионы на юг Казахстана. С ней связаны две системы фронтов: полярный и арктический. В тыл ложбины циклона постепенно осуществлялось дальнейшее смещение северо-западного антициклона. Активная фронтальная деятельность проходила через центральные, юго-восточные, восточные районы Казахстана, на холодном участке арктического фронта возникло волновое возмущение в районе Балхаша 3 мая (рис. 8).

У земли отмечалась значительная циклоническая кривизна изогипс, что способствовало возникновению упорядоченных восходящих токов. Наличие двусторонней адвекции тепла и холода привело к увеличению контрастов температур и влажности воздуха в зоне фронтов. Контрасты температуры составляли 6...8 °C/500 км у земли, 12...15 °C/500 км на

уровне 850 мб поверхности. Воздух в ложбине циклона был хорошо увлажнен, дефицит точки росы на высоте 1,5 км составил 0,6...1,7 °С.

На карте АТ 500 гПа высотный циклон находится над Карским морем с давлением в центре 508 гПа, ось высотной барической ложбины ориентирована через Красноярский край и Новосибирск на северо-восток и юг Казахстана, высотный гребень ориентирован с Ирана через северо-запад Казахстана на Западную Сибирь. На Карагандинскую область осуществлялся юго-западный вынос тепла. Барический градиент составлял 12 гПа/500 км (рис. 9).

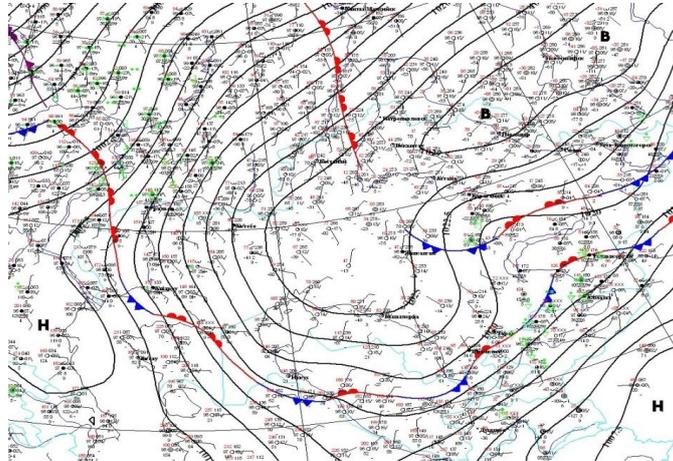


Рис. 8. Кольцевая карта за 18 ч ВСВ 02.05.2019.

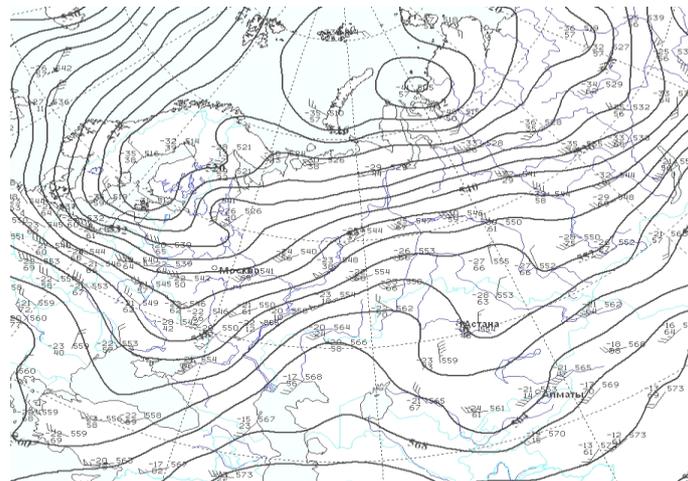


Рис. 9. Карта АТ 500 гПа за 00 ч ВСВ 03.05.2019.

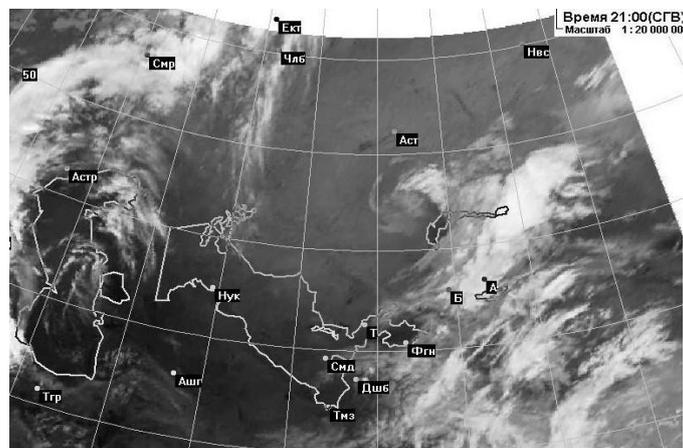


Рис. 10. Спутниковый снимок Планета за 21 ч ВСВ 02.05.2019.

На спутниковом снимке за 21 ч ВСВ 02.05.2019 года отчетливо виден прогиб холодного арктического фронта. Облачность плотная, без просветов, с большим количеством кучевой и кучево-дождевой облачности. В зоне холодного фронта на вершине волны над юго-востоком Карагандинской области начались дожди, ночью на МС Балхаш прошел сильный дождь, который сопровождался грозой и выпадением града диаметром 1...5 мм (рис. 10).

Из вышесказанного можно сделать следующие выводы:

1. Все сильные дожди при вторжениях холодного воздуха с северо-запада были обусловлены прохождением динамически значимых холодных фронтов арктической или полярной системы и влагонасыщенностью вторгавшихся воздушных масс;
2. Выпадение сильных дождей было связано с волновой деятельностью;
3. Немаловажную роль в выпадении сильных ливней на юго-востоке Казахстана оказывал горный рельеф местности, приводящий к восходящим вертикальным токам и неустойчивости атмосферы;
4. Характерной особенностью сильных ливней при северо-западных вторжениях играет то, что они интенсивны и продолжительны.

**Сильные снегопады**, относящиеся к категории СГЯ, как и сильные дожди, в 2019 году отмечались преимущественно в горных и предгорных районах Алматинской области – 01 февраля и 10 ноября, а также в предгорных районах Туркестанской области – 15 января, 18 февраля, и Восточно-Казахстанской области – 09 ноября, большинство из которых носило локальный характер. Всего на территории Казахстана в 2019 г. было зафиксировано 8 случаев.

Рассмотрим синоптическую ситуацию 01 февраля на примере М Есик (38 мм) Алматинской области. Выпадение сильного снега было обусловлено северным вторжением.

На приземной карте 31 января 2019 г. центр циклона с давлением в центре 1010 гПа располагался на севере Карагандинской области. С данным циклоном связаны две системы фронтов: арктическая и полярная, антициклон с давлением на центре 1040 гПа расположен над районами Салехарда. Циклон постепенно смещался на северо-восток и уже 01 февраля его центр находился за пределами Казахстана. Одновременно ему в тыл заходил отрог антициклона, который усиливаясь, распространялся до южных и юго-восточных регионов Казахстана, при этом смещая фронтальные разделы на юго-восток республики. Арктический фронт был хорошо выражен во всех метеоэлементах, как в контрастах температур (10...16 °С/500 км), так и в поле влажности (дефицит точки росы в зоне фронтов был менее 1...3 °С). Рост давления за холодным фронтом составил 1...3 гПа. При приближении к горным массивам атмосферный фронт начал обостряться, вызывая осадки и последующее значительное похолодание (рис. 11).

В слое 1,5...3 км на юго-восток республики ориентирован высотный гребень, дефицит точки росы составлял 0,2...1,5 °С. На карте АТ 850 гПа арктический фронт проходил над районами Восточно-Казахстанской и Карагандинской областей, контрасты температуры в зоне фронта составляли 7...9 °С.

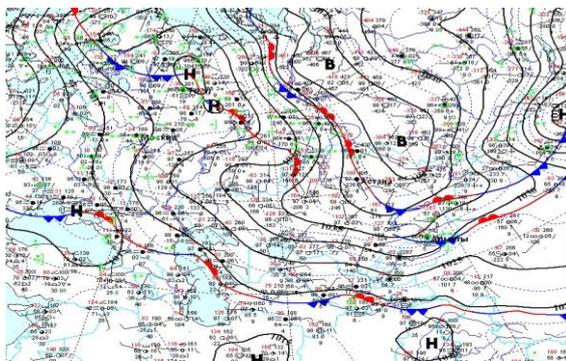


Рис. 11. Анализ приземный за 00 ч ВСВ 01.02.2019.

На карте АТ 500 гПа 31 января центр высотного циклона располагался в районе г. Мирный, ось его глубокой ложбины была ориентирована через Западную Сибирь на северные и южные районы Казахстана. В течение суток ось смещалась в восточном направлении и 01 февраля была ори-

ентирована на восток и юго-восток Казахстана, где отмечалось падение геопотенциала на 7...10 гПа/сут. (рис. 12).

О перемещении арктического фронта и вторжении холодных арктических масс говорит снимок облачности за 09 ч ВСВ 31.01.2019 года. В тылу активной волны облачная полоса сужается и прогибается в сторону теплого воздуха. Здесь в нижней половине тропосферы распространяется холодный воздух и формируется термическая ложбина. Двусторонняя, различного знака адвекция создает большие восходящие токи воздуха, падение давления и развитие облачности, из которой ночью 01 февраля прошел сильный снег на МС Есик (рис. 13 и 14).

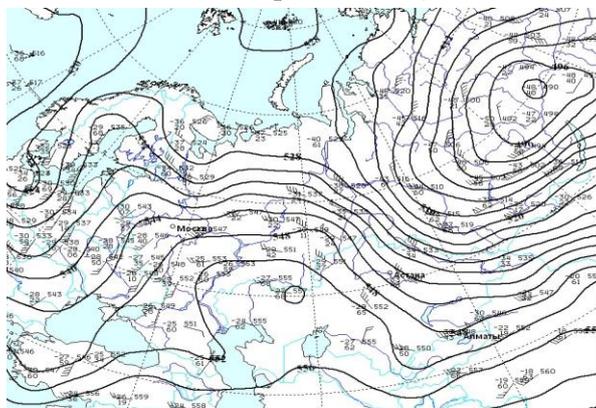


Рис. 12. Карта АТ 500 гПа за 00 ч ВСВ 01.02.2019.

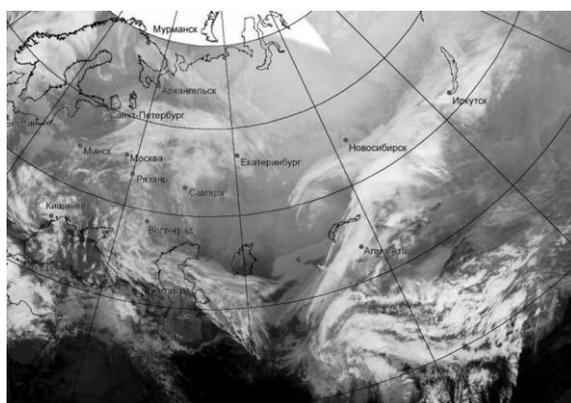


Рис. 13. Спутниковый снимок Планета за 09 ч ВСВ 01.02.2019.

За последние 10 лет наименьшее количество стихийных гидрометеорологических явлений наблюдалось в 2019 году. Общее количество стихийных гидрометеорологических явлений составило 91 случаев.

Из-за сильных ветров, снегопадов и метелей повреждались линии электропередач и связи, нарушалось движение авто- и железнодорожного транспорта.

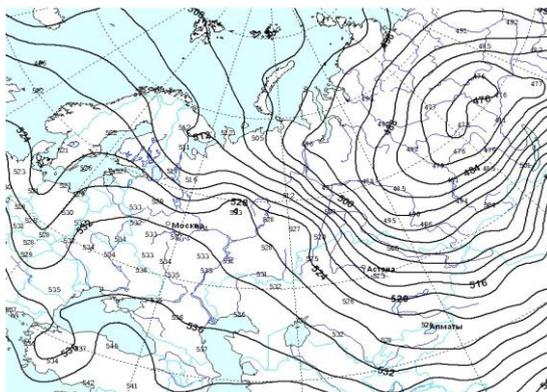


Рис. 14. Карта АТ 500/1000 гПа за 00 ч ВСВ 01.02.2019.

**Обзор стихийных гидрологических явлений.** В целом паводковый период в 2019 году прошел стабильно, без особых осложнений благодаря оперативным и превентивным мерам.

В 2019 г. в результате воздействия паводковых и грунтовых вод в Северо-Казахстанской, Павлодарской, Акмолинской, Карагандинской и Восточно-Казахстанской областях были подтоплены 13 жилых домов (6 домов в г. Кокшетау Акмолинской области, 2 дома в с. Коктенколь Шетского района Карагандинской области и 5 домов в п. Бескарагай Бескарагайского района Восточно-Казахстанской области), размывы значительные участки дорожного полотна республиканского значения.

Зима 2018...2019 гг. в целом по Казахстану была поздней и малоснежной. В марте-апреле температурный фон (положительные дневные и отрицательные ночные температуры) способствовал медленному и затяжному таянию снега и постепенному повышению уровней воды на равнинных реках республики. В результате интенсивного снеготаяния на равнинных реках Карагандинской области произошло формирование стока талых вод.

По состоянию на 1 февраля, объемы влагозапасов в бассейнах некоторых равнинных рек превышали норму: р. Нура (Карагандинская область) на 55 %; р. Есиль в Акмолинской области на 15 %; рр. Тобол и Тогызак в Костанайской области на 10...30 %; на реках Западно-Казахстанской области на 50...100 %.

В северо-западных отрогах Таласского Алатау (Туркестанская область), на северном склоне Илейского Алатау (Алматинская область), в

горных регионах Восточно-Казахстанской области – юго-западный склон хр. Тарбагатай, правобережный приток р. Ертис и бассейны рек Буктырминского водохранилища снегозапасы превышали норму на 30...35 %.

Процесс снегонакопления продолжался до середины марта. В начале марта в бассейнах равнинных рек (Западно-Казахстанской, Северо-Казахстанской, Карагандинской и Акмолинской областей) объемы влагозапасов были выше нормы на 20...70 %, и в бассейнах горных рек Восточно-Казахстанской области (юго-западный склон хр. Тарбагатай) – на 30 %. К середине марта, в связи с постепенным повышением дневных температур воздуха, на равнинных территориях Казахстана объем влагозапасов сократился на 20...60 %.

В Западно-Казахстанской области зима 2018...2019 гг. была ранней и многоснежной. Развитие весеннего половодья началось в начале апреля. Несмотря на то, что объем снегозапасов в бассейнах рек Западно-Казахстанской области превышал среднюю многолетнюю климатическую норму на 50...100 %, в период половодья в этом регионе не наблюдалось превышение опасных отметок на реках. Сложившаяся ситуация обусловлена низкими показателями осеннего увлажнения почвы в бассейнах рек, в 1,5...2 раза ниже нормы, а так же сложившимися благоприятными климатическими условиями. На р. Жайык, в пределах Западно-Казахстанской области, период половодья пришелся на первую и вторую декады апреля; значительных подъемов уровней воды не наблюдалось. Подъемы уровней воды на разных участках реки составляли в пределах 0,2...0,3 м. На рр. Деркул, Шаган (правые притоки р. Жайык) и р. Утва (левый приток р. Жайык) увеличение водности началось в конце первой декады апреля и продолжалось до середины месяца (14...16 апреля). 9...10 апреля отмечались подъемы уровня воды до 0,8 м. В общей сложности подъемы уровня воды на выше перечисленных реках бассейна р. Жайык доходили до 1,1...2,2 метра. На остальных водных объектах области превышений опасных отметок и подтоплений не было.

Зима 2018...2019 гг. в Актыубинской и Атырауской областях была поздней и малоснежной относительно средней многолетней климатической нормы. В марте-апреле в регионе наблюдался переходный температурный режим (положительные дневные и отрицательные ночные температуры воздуха, значительное колебание суточных температур), что способствовало затяжному, медленному таянию снега и постепенному повышению уровней воды на отдельных реках. Период половодья на реках

Актюбинской и Атырауской областей пришелся также на апрель месяц. На большинстве рек (Уил, Иргиз, Орь и др.) половодья не было вовсе, наблюдались только небольшие колебания уровней воды до 3...5 см. Гидрологическая обстановка на р. Илек в пределах Актюбинской области оставалась стабильной, объемы воды в Актюбинском и Каргалинском водохранилищах по окончании половодья были меньше проектных значений, вынужденных сбросов воды не проводилось. На р. Жем в Атырауской области также сохранялись низкие уровни воды, подтоплений и превышений критических значений, заторов не происходило.

На реках Карагандинской области (Нура, Шерубайнура, Сарысу, Кенгир) половодье началось в третьей декаде марта – первой декаде апреля с появления в конце марта воды на льду на р. Жаман-Сарысу в п. Атасу после полного промерзания реки зимой. С 23 марта на отдельных реках Карагандинской области отмечались подъемы уровней воды. 28 марта на р. Сарысу – ГП раз. 189 км уровень воды составил 408 см, что превысило опасную отметку на 18 см. 29 марта на р. Шерубайнура – ГП п. Шопан и р. Сарысу – ГП жд. ст. Кызылжар уровни воды составили 506 см и 380 см и превысили опасные отметки на 56 см и 20 см, соответственно. С 29 марта по 4 апреля на р. Улькен Кундызды – ГП п. Киевка уровень воды поднялся на 2,3 м и достиг отметки 485 см, что превысило опасную отметку на 125 см.

На р. Нура 30 марта образовался ледоход, в средней части прохождения воды было осложнено заторами льда на всём протяжении русла от п. Шешенкара до Самаркандского водохранилища, расход воды составил 386 м<sup>3</sup>/сек, пик пришелся на 1 апреля. Резкий подъем уровня воды на р. Шерубайнура в створе раз. Карамурын начался с 30 марта, пик половодья пришелся на 31 марта, расход воды составил 501 м<sup>3</sup>/сек.

На реках Костанайской, Акмолинской и Северо-Казахстанской областей половодье началось в конце третьей декады марта – конце второй декады апреля.

27 марта на участке от гидропоста р. Селеты до с. Бестогай за счет повышения уровня воды наблюдался перелив воды через насыпную дорогу, ведущую в поселок, подтоплений села не было. 31 марта в связи с увеличением сбросов с Селетинского водохранилища наблюдался перелив воды через трассу в Уалихановском районе, была угроза подтопления сёл Кулыколь и Каратал.

В первой декаде апреля на большинстве рек данной территории наблюдались максимальные уровни воды и пики половодья, происходили

превышения опасных отметок. 2 апреля в г. Кокшетау, в следствии прорыва Кенесаринской плотины (31 марта), были подтоплены улицы и дома.

5 апреля на р. Жабай – ГП Атбасар из-за превышения на 19 см опасного уровня воды (650 см) произошло подтопление огородов, хозяйственных построек и жилых домов, расположенных вблизи реки. 6 апреля на р. Калкутан – ГП Калкутан уровень воды составил 618 см, превысив критическую отметку на 48 см, в результате произошло подтопление дороги от поселка к автодороге Жалтыр – Атбасар.

Во второй декаде апреля на реке Есиль ниже Сергеевского водохранилища в связи с повышенным сбросом воды и переливом воды из водохранилища, отмечались подъемы уровня воды и превышение опасных отметок, на нижерасположенных гидрологических постах Сергеевского водохранилища: Покровка, Новоникольск и Петропавловск. В связи с превышением опасного уровня воды произошло подтопление моста на р. Есиль у с. Новоникольское Кызылжарского района и выход воды на пойму в селах Николаевка, Урнек, Покровка и в г. Петропавловск. 18 апреля наблюдался перелив воды через автомобильную дорогу международного значения (528 км) Челябинск – Новосибирск.

20 апреля на р. Нура – ГП с. Коргалжын уровень воды составил 799 см, что превысило критическую отметку на 109 см, в результате произошло подтопление малого моста в с. Коргалжын.

В бассейнах рек Костанайской области осеннее увлажнение почвы и объемы накопленных влагозапасов были в пределах и ниже нормы, весна была маловодной, подтоплений не наблюдалось.

В Восточно-Казахстанской области снегозапасы на 1 апреля 2019 г. были ниже нормы. Во второй декаде апреля 2019 г. в Восточно-Казахстанской области наблюдались краткосрочные паводки в связи с ослаблением ледовых явлений. Происходили значительные подъемы уровней воды на рр. Ертис, Буктырма, Ульби, Уба. В частности, на участках р. Ертис в пределах территории Восточно-Казахстанской области с 12 апреля подъемы уровня воды составили от 1 до 2 метров, в пределах Павлодарской области – до 2,5 метра. В Восточно-Казахстанской области реки полностью очистились от льда в начале третьей декады апреля, в Павлодарской области – в середине апреля. С 26 по 29 апреля на рр. Буктырма, Уба, Ульби, Киши Ульби подъемы уровней воды составили от 0,5 до 1,8 м. 21...24 мая в связи с прошедшими сильными дождями на рр. Куршим, Аксу, Нарын, Буктырма, Тургысын, Ульби, Уба, Киши Ульби

подъемы уровней воды составили от 0,3...0,7 метра до 2,8 метра (р. Уба - п. Шемонаиха). С 31 мая по 6 июня на рр. Кара Ертис, Ульби, Шар подъемы уровней воды составили от 0,4 до 1,4 м. 22...23 августа на большинстве горных рек Восточно-Казахстанской области наблюдался значительный подъем уровней воды, в связи с интенсивными осадками (на большинстве метеостанций этого региона за два дня выпало от 0,5 до 1,5 месячной нормы осадков). 23...24 августа подъемы уровня воды на рр. Буктырма, Тургысын, Ульби составили до 0,7 м, на р. Уба доходил до 1,7 м. В первой и второй декаде сентября, и в конце третьей декады октября на отдельных реках Восточно-Казахстанской области наблюдались подъемы уровней воды на 0,2...1,5 м, что обусловлено сильными осадками в этот период. В бассейне р. Ертис на территории Восточно-Казахстанской и Павлодарской областей превышение опасных отметок уровней воды в теплый период не наблюдалось.

С 18 апреля на р. Сырдарья были увеличены сбросы воды из Кайракумского водохранилища. В связи с этим с 21 апреля приток воды в Шардаринское водохранилище начал увеличиваться. С 18 по 25 апреля сбросы воды из водохранилища были увеличены до  $1260 \text{ м}^3/\text{с}$ , что привело к повышению расхода воды в створе ГП Кокбулак с  $422 \text{ м}^3/\text{с}$  до  $1167 \text{ м}^3/\text{с}$ . Таким образом, в апреле месяце на р. Сырдарья в пределах Кызылординской области наблюдались подъемы уровней воды на 1,7 м. В период 17...27 апреля, в связи с сильными дождями, на рр. Келеси и Арыс в Туркестанской области уровень воды поднялся на 2 м.

**Сели.** В 2019 г. на горных реках в юго-восточных регионах страны (Алматинской области) из-за повышенного температурного фона в низкогорной зоне наблюдалось интенсивное снеготаяние. 6 и 16 апреля 2019 г. в бассейне р. Аксай выпадение интенсивных осадков и значительное переувлажнение склонов эрозионного вреза р. Кызылжар способствовало формированию селевых выбросов с расходом до  $1,5 \text{ м}^3/\text{с}$  и  $3,0 \text{ м}^3/\text{с}$ , соответственно. В результате чего, селевой массой был заилен участок дороги.

6 июня в результате сильных дождей в бассейне р. Улкен Алматы в селевом врезе «Кумбель» произошел селевой выброс с расходом  $2 \text{ м}^3/\text{с}$ .

14 августа в связи с обильными осадками и повышением уровня воды в моренном озере № 1 на р. Каргалы прошел небольшой селевой паводок.

**Лавины.** В январе количество выпавших осадков на востоке было около среднемноголетнего значения, на юге и юго-востоке не превышало норму. Высота снега на опорных снеголавинных станциях составила (в %

от нормы): в Западном Алтае 100...156 %, в районе хр. Тарбагатай – 114 %, в горном регионе Жетысуского Алатау – 110 %, в районе Илейского Алатау – 78...136 %, в районе хр. Каратау – 5 %, на Таласском Алатау 114 %. Относительно лавинной опасности январь был спокойным, сход снежных лавин не наблюдался.

В **феврале** количество выпавших осадков на востоке страны было около среднеемноголетнего значения, на юго-востоке и юге – выше нормы. Высота снега на опорных станциях составила (в % от нормы): в Западном Алтае 94...241 %, в районе хр. Тарбагатай 130 %, в Жетысуском Алатау 137...188 %, в Илейском Алатау 123...155 %, в районе хр. Каратау 250 %, в Таласском Алатау 117 %. В связи с выпадением значительных осадков и неустойчивым состоянием снежного покрова с 1 по 12 февраля в бассейне реки Улькен Алматы наблюдался сход снежных лавин объемом от 50 до 700 м<sup>3</sup>, в период с 12...16 февраля в бассейне реки Киши Алматы отмечался сход снежных лавин объемом от 20 до 2500 м<sup>3</sup>. Период третьей декады февраля был нелавиноактивным.

В **марте** количество выпавших осадков не превышало среднее многолетнее значение, наблюдались продолжительные оттепели. В связи с интенсивными осадками на фоне продолжительных оттепелей и неустойчивым состоянием снежного покрова наблюдалась высокая активность схода лавин. С 1 марта сход снежных лавин начался в горном регионе хр. Узынкара. Лавины объемом от 50 до 7000 м<sup>3</sup> сходили в бассейне р. Киши Алматы, с третьей декады марта в бассейне р. Улькен Алматы отмечался массовый сход лавин объемом от 50 до 4500 м<sup>3</sup>.

В **ноябре** количество осадков во всех горных регионах Казахстана не превышало среднеемноголетние значения, в большинстве горных регионов образовался устойчивый снежный покров во второй декаде. Высота снега на опорных станциях составила (в % от нормы): в Западном (Рудном) Алтае 62...229 %, в регионе хр. Тарбагатай 219 %, на Жетысуском Алатау 70...150 %, в Илейском Алатау 71...159 %, в регионе хр. Каратау в пределах нормы, на Таласском Алатау 167 %. Сход снежных лавин не наблюдался.

В **декабре** количество выпавших осадков в горных регионах на востоке и юге страны не превышало среднеемноголетние значения, на юго-востоке месячное количество осадков было выше нормы. Высота снега на опорных станциях составила (в % от нормы): на Западном Алтае 122...214 %, на хр. Тарбагатай 143 %, на Жетысуском Алатау 83...136 %, на Илейском Алатау 93...117 %, на хр. Каратау 15 %, на Таласском Алатау

213 %. В конце третьей декады (28 декабря) в бассейне р. Улькен Алматы произошел сход снежной лавины объемом 4000 м<sup>3</sup>.

**Обзор состояния водной поверхности Северного и Среднего Каспия.** По данным береговых и островных морских станций и постов в 2019 г. уровень Каспийского моря в его северо-восточной мелководной части колебался около отметки минус 28,13 м в пределах значений минус 27,51 м и минус 29,29 м.

В глубоководной казахстанской части Каспийского моря по данным МГ Форт-Шевченко, МГ Актау и МПФ Фетисово среднее значение уровня моря соответствовало отметке минус 28,17 м с максимальным значением при подъёме – минус 27,62 м и минимальным при спаде – минус 28,83 м.

**Сгонно-нагонные явления на Каспийском море.** У северо-восточного побережья Северного Каспия за период с января по декабрь морскими станциями и постами Казгидромета было зафиксировано 59 случаев с нагонными явлениями, и 46 – с ветровым сгоном воды.

26...28 июля у северо-восточного побережья Каспийского моря в районе морской станции Пешной наблюдалось повышение уровня воды до отметки 68 см, вызванного устойчивым воздействием юго-западного ветра (до 8 м/с).

11...14 августа на М Пешной зафиксировано критическое падение уровня воды до 59 см, вызванное северо-западным направлением ветра с максимальной скоростью ветра до 10 м/с.

24...29 сентября М Пешной зафиксировала критическое падение уровня воды до 72 см, вызванное северо-восточным направлением ветра с максимальной скоростью ветра 6 м/с.

07...10 октября на М Пешной наблюдалось понижение уровня воды до отметки 67 см, вызванное устойчивым воздействием юго-западного ветра до 4 м/с.

5...6 ноября М Пешной зафиксировала повышение уровня воды до отметки 76 см, вызванное устойчивым воздействием юго-восточного ветра (10 м/с). 13...16 ноября на станции М Пешной наблюдалось понижение уровня воды до критической отметки 74 см, вызванное северным направлением ветра (6 м/с).

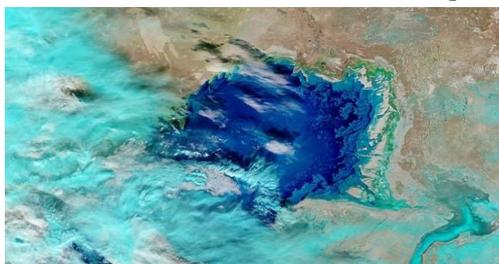
**Ледовая обстановка.** Зима 2018...2019 гг. на Каспийском море по сумме отрицательных температур воздуха в холодное полугодие и степени распространения границы льда была умеренной с устойчивым ледовым покровом в северной мелководной части Каспийского моря.

12 ноября у северного побережья Каспийского моря по данным морской станции Пешной наблюдалось образование первых ледовых явлений, припай распределен равномерно по всей поверхности. Наблюдалось 4 балла чистой воды. В районе МГП Жанбай образовался ледяной заберег.

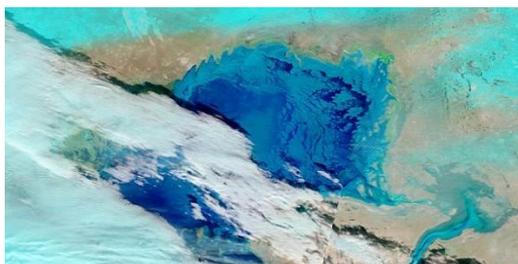
С 10 декабря появились первичные виды льда (рис. 15, 16). Припай вдоль всего северо-восточного побережья моря установился к середине декабря 2018 г. (рис. 17).

Максимальное значение толщины льда зафиксировано у северо-восточного побережья Северного Каспия к середине февраля 2019 г. в районе М Пешной – 30 см. У восточного побережья Северного Каспия в течение всего ледового периода сплоченность льда то увеличивалась, то уменьшалась.

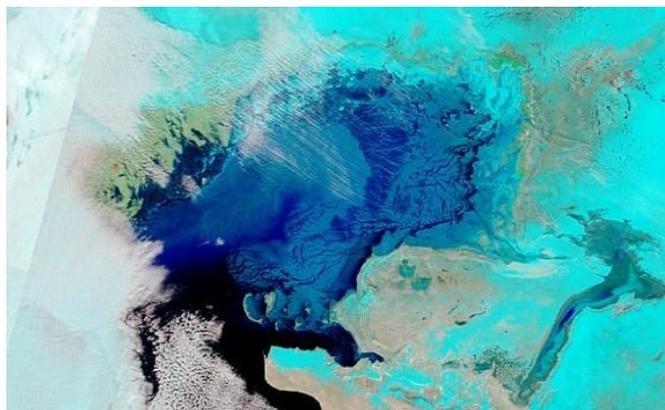
В первой декаде февраля процесс ледообразования достиг центральной глубоководной части Северного Каспия (рис. 18 и 19). Максимальная толщина льда припайной зоны в этом районе достигала 10 см (МГП Иголкинская банка). Полное очищение моря ото льда в средней части Каспийского моря произошло 1 марта 2019 г. 13 марта 2019 г. припай полностью разрушен в районе М Пешной (рис. 20 и 21). Северное побережье Каспийского моря полностью освободилось ото льда 22 марта 2019 г. (рис. 22).



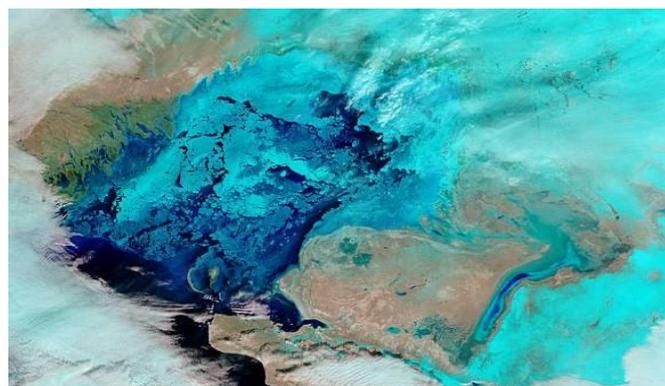
*Рис. 15. Первые ледовые явления у северного побережья Каспийского моря. (Снимок проекта «MODIS Rapid Response Project at NAGA/GSFC», 16 ноября 2018 г.).*



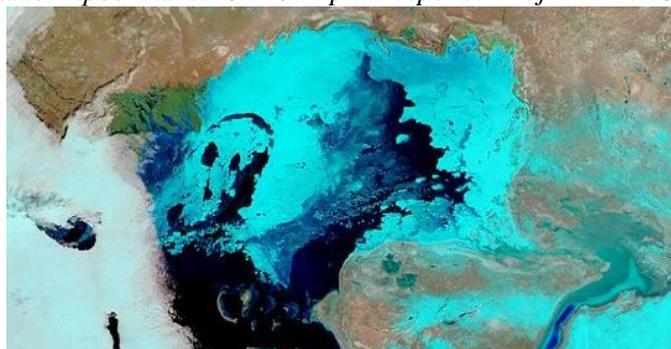
*Рис. 16. Начало установления припая у побережья Северного Каспия. Космический снимок Каспийского моря, 01 декабря 2018 г. Снимок проекта «MODIS Rapid Response Project at NAGA/GSFC».*



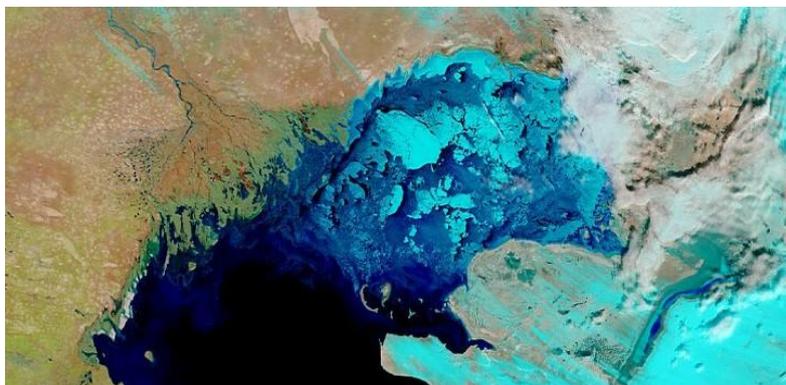
*Рис. 17. Установление ледового покрова на акватории Северного Каспия, 22 декабря 2018 г. Снимок проекта «MODIS Rapid Response Project at NAGA/GSFC».*



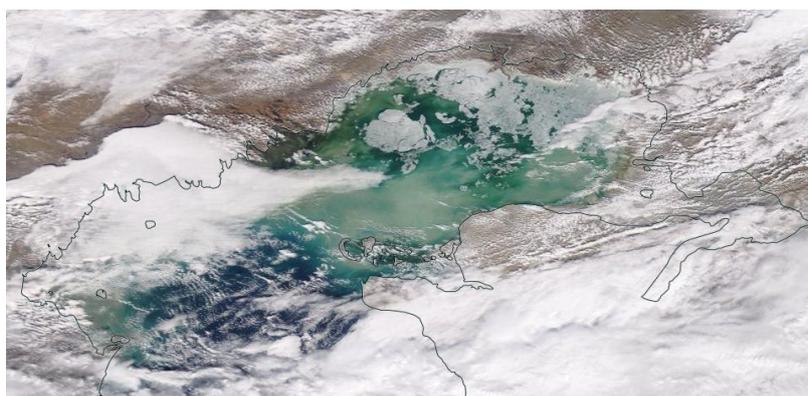
*Рис. 18. Ледовая обстановка на Каспийском море, 24 января 2019 г. Снимок проекта «MODIS Rapid Response Project at NAGA/GSFC».*



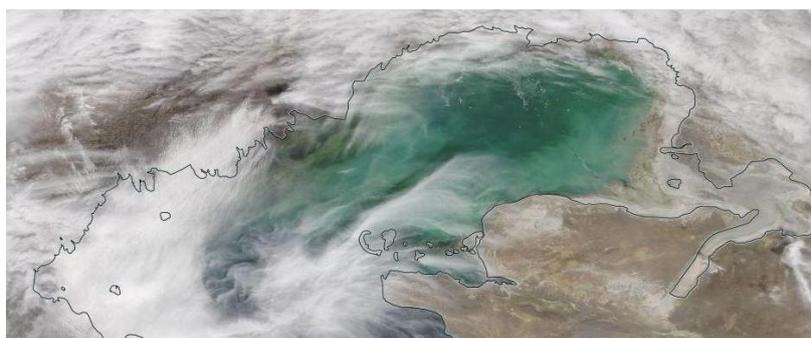
*Рис. 19. Постепенное очищение моря ото льда. Космический снимок северной части Каспийского моря, 14 февраля 2019 г. (Снимок проекта «MODIS Rapid Response Project at NAGA/GSFC»).*



*Рис. 20. Начало весеннего разрушения ледового покрова Северного Каспия. Космический снимок северной части Каспийского моря, 20 февраля 2019 г. (Снимок проекта «MODIS Rapid Response Project at NAGA/GSFC»).*



*Рис. 21. Весеннее разрушение ледового покрова Северного Каспия. Космический снимок северной части Каспийского моря, 03 марта 2019 г. (Снимок проекта «MODIS Rapid Response Project at NAGA/GSFC»).*



*Рис. 22. Полное очищение Каспийского моря ото льда. Космический снимок северной части Каспийского моря, 13 марта 2019 г. (Снимок проекта «MODIS Rapid Response Project at NAGA/GSFC»).*

### **Обзор стихийных агрометеорологических условий.**

**Агрометеорологический обзор.** Осень и начало зимы 2018 г. были теплыми, аномалия температуры воздуха превысила норму на 2...4 °С в первой и третьей декаде октября 2018 г. на большей части территории Казахстана (кроме Акмолинской, Карагандинской и Восточно-Казахстанской областей), в третьей декаде ноября и местами во второй декаде декабря. В январе 2019 г. аномалия температуры воздуха была выше нормы на 2...4 °С в первой и третьей декадах января 2019 года, и на плюс 2...6 °С во второй декаде января. Аномалия температуры воздуха на территории Казахстана была выше среднемноголетнего значения со второй декады февраля по первую декаду апреля на всей территории страны. Во второй декаде апреля в Павлодарской, Карагандинской, Акмолинской и Северо-Казахстанской областях аномалия температуры воздуха была ниже средних многолетних значений на 1...2 °С, на остальной территории Казахстана – около нормы.

Устойчивый снежный покров образовался раньше среднемноголетних сроков на территории Акмолинской, Карагандинской, Атырауской и Алматинской областях, позже – в Костанайской и Жамбылской областях, в остальных областях около средних многолетних сроков. В южных и юго-западных регионах Казахстана наблюдалось разрушение снежного покрова из-за частых оттепелей: в Туркестанской области (Созакском, Отырарском, Сайрамском, Казыгуртском, Жетысайском и Махтаральском районах), в Жамбылской области (Мойынкумском (М Мойынкум), Сарысуском, Шуском, Меркенском районах и в районе им. Т. Рыскулова), в Кызылординской области (Кармакчинском и Шиелийском районах), а также в Алматинской области (Балхашском и Жамбылском районах), в Атырауской области (Атырауский район) и в Мангистауской области (Бейнеуском и Мангистауском районах).

Средняя из наибольших высот снежного покрова была ниже нормы в Мангистауской области до 3 см и в Жамбылской области до 6 см, выше нормы в Западно-Казахстанской области до 31 см, в Северо-Казахстанской области до 29 см, в Акмолинской области до 33 см и в Павлодарской области до 21 см, на остальной территории республики – около нормы.

Глубина промерзания почвы в зимний период 2018...2019 гг. в Северо-Казахстанской, Акмолинской, Костанайской, Павлодарской и Карагандинской областях достигала 113...146 см, в Восточно-Казахстанской, Актюбинской, Мангистауской и Алматинской областях 49...93 см, в Западно-Казахстанской, Атырауской, Кызылординской и

Жамбылской областях глубина промерзания почвы составила 23...39 см, в Туркестанской области почва была в основном талая.

Продолжительность периода с устойчивым снежным покровом на территории республики была в основном около и ниже средних многолетних значений. В Северо-Казахстанской, Костанайской, Павлодарской, Акмолинской и Восточно-Казахстанской областях снежный покров сохранялся в течение 122...146 дней. В Карагандинской, Актюбинской, Западно-Казахстанской, Атырауской и Алматинской областях в течение 85...119 дней. В Кызылординской, Туркестанской и Жамбылской областях продолжительность периода с устойчивым снежным покровом была от 41 до 72 суток.

В весенний период снежный покров начал разрушаться и полностью сошел на северо-западе, севере, в центре и на востоке страны в конце марта – начале апреля, на юго-западе, юге и юго-востоке в третьей декаде февраля – начале марта. В Жамбылской области снежный покров сошел в первой декаде февраля.

Почва начала оттаивать в северных областях и на востоке страны в основном только во второй декаде апреля, но местами почва была мерзлая. Минимальная температура на поверхности почвы в северной половине страны во второй декаде апреля составила минус 8...19 °С, на востоке минус 2...19 °С, на западе минус 3...19 °С и в центре минус 1...9 °С.

Весна 2019 года на всей территории Казахстана наступила раньше среднемноголетних сроков. Переход температуры воздуха через 0 °С в Западно-Казахстанской, Актюбинской и Карагандинской областях наступил во второй декаде марта, в остальных областях – с третьей декады марта.

Переход температуры воздуха через плюс 5 °С весной (возобновление вегетации) отмечался в третьей декаде марта в Карагандинской и Восточно-Казахстанской областях, на остальной территории температура воздуха перешла через плюс 5 °С в начале первой декады апреля, кроме Северо-Казахстанской области где переход температуры воздуха через плюс 5 °С был в начале второй декады апреля.

Во второй декаде мая отрицательная аномалия температуры воздуха наблюдалась на севере и восточной половине центра страны и составила минус 1...3 °С, на северо-востоке и востоке минус 3...5 °С, на юго-востоке колебалась от минус 3 °С до плюс 2 °С, на остальной территории республики аномалия температуры воздуха была положительной.

Средняя декадная температура воздуха в северо-восточной половине республики составила плюс 8...15 °С, в юго-западной половине плюс 16...24 °С.

Осадки во второй декаде мая выпали на большей части территории Казахстана: в некоторых западных районах количество осадков выпало выше среднего многолетнего значения в 1,3...3,5 раза, на севере, востоке и юге в 1,3...2,8 раз выше нормы, на остальной территории количество осадков выпало около и меньше средних многолетних значений.

Во второй декаде мая все зерносеющие районы северной половины республики приступили к посеву яровых зерновых культур, после предварительной обработки почвы (культивация, обработка гербицидами, ядохимикатами). Условия для проведения посевных работ складывались в основном благоприятные, выпавшие осадки несколько пополнили влагозапасы почвы.

В третьей декаде мая наблюдалась отрицательная аномалия температуры воздуха (минус 1...2 °С) на севере, в центре страны и в северной половине Алматинской области, на востоке минус 3 °С, а в горных ее районах до минус 4 °С, на остальной территории аномалия температуры воздуха была положительной (до плюс 2 °С).

Средняя декадная температура воздуха на северо-востоке республики составила плюс 11...16 °С, на остальной территории плюс 17...24 °С.

Осадки в третьей декаде мая выпали на большей части территории Казахстана. На востоке, юго-востоке и юго-западе количество осадков превышало среднемноголетние значения в 1,3...3,0 раз, в отдельных районах центра и на западе количество выпавших осадков было больше нормы в 2,8...4,8 раз, на остальной территории осадков выпало около и меньше среднемноголетнего значения.

Понижения температуры воздуха в ночное время суток наблюдалось на севере, в центре и на востоке страны до минус 4 °С и кратковременные заморозки на поверхности почвы наблюдались на севере до минус 7 °С, но 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 сдерживали завершение посевных работ.

В первой декаде июня наблюдалась отрицательная аномалия температуры воздуха (от минус 2 °С до 0 °С) на севере, востоке, на большей части центра, а также в горных и предгорных районах юга страны, на остальной территории страны аномалия температуры воздуха была положительной.

Средняя декадная температура воздуха в северо-восточной половине республики составила плюс 15...20 °С, в юго-западной половине – плюс 20...25 °С, на западе до плюс 28 °С.

Осадки в первой декаде июня выпали на большей части территории Казахстана: на севере, северо-западе, в центре, а также в горных и предгорных районах востока и юго-востока количество осадков превысило средне-многолетнее значение в 1,3...4,6 раз, на западе и юге – в 1,3...2,3 раз, на остальной территории осадков выпало около и меньше нормы.

В первой декаде июня все зерносеющие районы северной части республики в основном завершили посев яровых зерновых культур.

Во второй декаде июня наблюдалась отрицательная аномалия температуры воздуха (минус 2...4 °С) на севере, северо-западе, северо-востоке, в центре и на большей части востока, в отдельных районах севера отрицательная аномалия температуры воздуха доходила до минус 5 °С, на юге и юго-востоке – от минус 2 °С до 0 °С (в горных районах до минус 3 °С), на остальной территории республики аномалия температуры воздуха была положительной (от 0 до плюс 2 °С).

Средняя декадная температура воздуха в северо-восточной половине республики составила плюс 15...20 °С, в юго-западной половине – плюс 21...26 °С, на юго-западе до плюс 29 °С.

Наибольшее количество осадков во второй декаде июня наблюдалось в центре республики больше нормы в 1,3...4,6 раз, на севере, востоке, на большей части юго-востока страны осадки превышали среднемноголетнее значение в 1,3...3,9 раз, на остальной территории осадков выпало около и меньше нормы.

В третьей декаде июня отрицательная аномалия температуры воздуха (минус 1...4 °С) наблюдалась на большей части северо-запада, севере, северо-востоке, востоке, и в центре страны, а также в горных районах юга и юго-востока (до минус 1 °С), на остальной территории она была положительной.

Средняя декадная температура воздуха на севере и северо-востоке республики составила плюс 16...20 °С, на востоке плюс 16...24 °С, на северо-западе плюс 19...25 °С, на западе плюс 20...28 °С (на юго-западе до

плюс 31 °С), на юге и юго-востоке плюс 27...31 °С (в горных районах плюс 18...26 °С).

Наибольшее количество осадков (больше нормы в 1,3...3,2 раз) в третьей декаде июня выпало на севере, местами на западе, в отдельных районах юга, превышающие среднеголетние значения в 1,3...1,9 раз – местами в центре страны, на остальной территории осадков выпало около и меньше нормы.

В первой декаде июля на севере, востоке и в центре сложились удовлетворительные условия для роста и развития яровых зерновых культур, на юге страны сложились благоприятные условия для полного созревания и проведения уборочных работ. Незначительные осадки прошли на севере, на крайнем севере Актыбинской области и на востоке республики, что несколько улучшило влагозапасы почвы. Повышение температуры воздуха в течение вегетационного периода на западе страны способствовало преждевременному пожелтению листьев нижних ярусов зерновых культур. Повсеместно в северных областях, в центре и на востоке страны продолжалась химическая обработка посевов против сорняков и вредителей.

Во второй декаде июля на территории основной зерносеющей зоны Казахстана наблюдалась умеренно жаркая погода. Осадки выпали в Западно-казахстанской области и на крайнем севере Актыбинской области, что несколько улучшило влагозапасы почвы. Повышение температуры воздуха в течение вегетационного периода на севере, в центре и на востоке страны способствовало преждевременному пожелтению листьев нижних ярусов зерновых культур.

В третьей декаде июля выпавшие осадки в северной половине страны создали хорошие условия для налива зерна, но повышенный температурный фон ухудшил условия во время цветения, что обуславливает потерю урожая из-за возможного наличия пустоколосицы. Максимальная температура воздуха в дневное время суток составила в северо-восточной половине республики и на крайнем западе плюс 28...35 °С, в юго-западной половине плюс 36...47 °С, в горных районах юго-востока плюс 25...31 °С.

В августе в основном сложились удовлетворительные условия для налива и созревания зерна, для начала уборочных работ в северной половине страны, на юге для завершения уборочных работ. Выпавшие осадки несколько повлияли на ход уборочных работ в северной половине страны. Максимальная температура воздуха в августе достигала на севере и востоке 30...38 °С, на остальной части территории республики до 44 °С.

На территории страны в течение сентября продолжались уборочные работы зерновых колосовых культур, кукурузы, льна, картофеля, сахарной свеклы, подсолнечника. Максимальная температура в северных областях составляла 20...27 °С, в центре и на востоке 27...29 °С, в западных областях до 24 °С, на юге 32...33 °С, юго-западе 25...31 °С и на юго-востоке 30...32 °С, выпавшие осадки несколько сдерживали завершение уборочных работ.

Уборочные работы яровых зерновых культур завершились в первой половине октября.

**Атмосферная засуха.** Атмосферная засуха – это длительная (многодневная, многомесячная, многолетняя) аномально сухая погода обычно с повышенными температурами воздуха, с отсутствием или незначительным количеством атмосферных осадков, приводящая к истощению запасов влаги в почве и резкому снижению влажности воздуха.

В 2019 году устойчивый переход среднесуточной температуры воздуха через 15 °С, характеризующий наступление летнего сезона, наступил в северных областях и в центре в период с первой по третью декаду мая, на западе с первой декады мая, на востоке с третьей декады мая по первую декаду июня, на юге с первой декады апреля, в горных районах в начале мая и на юго-востоке с первой половины мая, в горных районах в конце июня. В летний период на основной территории республики наблюдался повышенный температурный фон, особенно в июле. Максимальная месячная температура воздуха в июне на севере республики составляла плюс 29...32 °С, в центре плюс 31 °С, на востоке плюс 33 °С, на западе плюс 32...33 °С, на юго-западе плюс 35...39 °С, на юге плюс 37 °С и на юго-востоке плюс 32...35 °С.

Максимальная месячная температура воздуха в июле на севере республики составляла плюс 32...36 °С, в центре плюс 35 °С, на западе 35...37 °С, на юго-западе плюс 38...43 °С, на юге плюс 41...43 °С и на юго-востоке плюс 36...40 °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 Павлодарской области на территории Аккулинского района (М Акку), в Акмолинской области в Бородулихинском (М Дмитриевка), в Коргалжинском (М Коргалжын), и в Байтерекском районах, а также в Западно-Казахстанской области в окрестно-

стях М Уральска. Установление сухой, жаркой погоды в течение вегетационного периода вызвало атмосферную засуху на посевах в Костанайской области на территории Наурузумского (М Караменды), Жангельдинского (М Торгай), Ауликольского (М Диевская) и Карасуского (М Карасу) районов, что повлияло на урожайность зерновых культур.

**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. Интенсивность суховея определяется сухостью и температурой воздуха, а также скоростью движения суховеяного потока. Степень повреждения растений суховеями зависит от продолжительности их действия, которая может колебаться от одного до двух недель. В 2019 г. суховеи отмечались в Костанайской области на территории Житикаринского (М Житикара), Мендыкаринского (М Михайловка), Денисовского (М Аршалинский), Камыстинского (М Аралколь), Карабалыкского (М Карабалык), Алтынсаринского (М Новоалексеевка), р-н им. Б. Майлина (М Тобол), Аулиекольского (М Диевская), Наурузумского (М Караменды) Жангельдинского (М Торгай) и Костанайского (М Рудный) районах.

**Почвенная засуха.** Почвенная засуха – это иссушение почвы (в первую очередь ее корнеобитаемых горизонтов), уменьшающее влагообеспеченность растений, вызывающее их угнетение, задержку роста, снижение продуктивности. В экстремальных условиях сильное, длительное иссушение почвы в сочетании с высокими температурами воздуха и почвы приводит к полной потере физиологически доступной влаги и к гибели растений.

Осень 2018 г. характеризовалась в целом умеренно теплой погодой, с осадками в основном около и выше нормы, на востоке и местами на юге страны ниже нормы. Запасы продуктивной влаги в почве осенью сложились, от удовлетворительного до оптимального в Северо-Казахстанской области, удовлетворительные в Алматинской, Жамбылской и Туркестанской областях, от недостаточного до удовлетворительного в Костанайской, Акмолинской, Карагандинской и Восточно-Казахстанской областях, недостаточные в Западно-Казахстанской и Актюбинской областях.

На большей части сельскохозяйственной территории северного региона, центра и востока страны запасы почвенной влаги к весне 2019 года значительно пополнились за счет снеготаяния.

Почвенная засуха (весенняя) отмечалась на посевах вокруг М Уральск Западно-Казахстанской области, что существенно снижает конечный урожай даже в условиях благоприятного по степени увлажнения лета.

Поступила 20.11.2020 г.

Е.Ю. Смирнова, М.Э. Шмидт, Ж.К. Исабекова, М.Н. Сакимова,  
И.В. Веревкина, С.М. Смагулова, С. Ибраев, Е.И. Васенина, Н. Лоенко,  
Е. Муқанов

## **ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ АУМАҒЫНДАҒЫ 2019 ЖЫЛҒЫ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯЛЫҚ АПАТТЫ ҚҰБЫЛЫСТАР**

**Түйін сөздер:** климаттық норма, синоптикалық үдеріс, метеорологиялық апатты құбылыстар, гидрологиялық құбылыстар, агрометеорологиялық жағдайлар, жазықтық аумақ, Солтүстік Каспий, Қазақстан аумағы

*Шолу жұмысында Қазақстан аумағындағы 2019 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.*

Ye. Smirnova, M.E. Shmidt, Zh. Isabekova, M. Sakimova, I. Verevkina,  
S. Smagulova, S. Ibrayev, Ye.I. Vasenina, N. Loyenko, Ye. Mukanov

## **NATURAL HYDROMETEOROLOGICAL PHENOMENA ON THE TERRITORY OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN IN 2019**

**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 2019. 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.*

**АХМЕТКАЛ РАХМЕТУЛЛАЕВИЧ МЕДЕУ****(к 70-летию со дня рождения)**

20 декабря 2020 г. исполняется 70 лет со дня рождения видного ученого Казахстана, доктора географических наук, профессора, академика Национальной академии наук Республики Казахстан, «Қазақстанның еңбек сіңірген қайраткері», лауреата Государственных премий Республики Казахстан в области науки и техники Медеу Ахметкала Рахметуллаевича.

Медеу А.Р. родился 20 декабря 1950 г. в с. Мукры Коксуского района Алматинской области в семье чабана.

Он прошел путь от младшего научного сотрудника Института геологических наук им. К.И. Сатпаева АН Казахской ССР до директора и председателя Правления АО «Институт географии и водной безопасности».

Всю свою трудовую жизнь Ахметкал Рахметуллаевич посвятил изучению современного геоморфогенеза, сейсмотектоники, природных опасностей.

Ахметкалом Рахметуллаевичем вместе с коллегами проведен комплекс разноплановых исследований, в числе которых, значимыми являются «Геоморфологическая карта Казахстана» и монография из 2-х книг «Рельеф Казахстана», «Карта современных рельефообразующих процессов», «Геоморфологическая карта Джунгарского Алатау»,

составленная на основе дешифрирования космоснимков, «Карта современной динамики рельефа Северной Евразии (в пределах России и сопредельных стран)» (казахстанская часть). Им разработаны принципы выделения и картографирования современных рельефообразующих процессов; составлен комплекс карт экзогенных рельефообразующих процессов для Иле Алатау и равнинной части Иле-Балкашского региона. Проведены исследования по определению их влияния на формирование опасных процессов, в том числе селевых. Составлены карты новейшей тектоники Жонгарского Алатау, а также горных и предгорных районов Северного Тянь-Шаня и Жонгарии.

На протяжении многих лет А.Р. Медеу проводил экспедиционные и камеральные исследования опасных процессов (сели, оползни, обвалы) в предгорьях Северного Тянь-Шаня, Жетису Алатау, Алтая и Тарбагатай, в результате работ был составлен комплекс карт условий селеформирования и типизации селеопасных территорий Казахстана, на основе которых издана «Карта фоновой оценки селеопасности территории Казахской ССР» и защищена кандидатская диссертация (1986 г.).

В 1994 г. Медеу А.Р. защитил докторскую диссертацию, в которой обосновал новое направление, связанное с разработкой научных и прикладных основ управления селевыми процессами.

Исследования селевых явлений были продолжены разработкой новой парадигмы обеспечения селебезопасности – управление идентифицированными и оцененными селевыми рисками на принципе разумной достаточности.

По результатам проведенных исследований составлены карты мелкого, среднего и крупного масштабов селеопасности и селевого риска горных и предгорных районов юго-востока Казахстана и отдельных селеопасных долин, вошедшие в «Национальный атлас Республики Казахстан» и «Атлас природных и техногенных опасностей и рисков ЧС в Республике Казахстан» (в соавторстве).

Результаты разномасштабных исследований природных опасностей, в первую очередь по селевым явлениям, широко внедрены в практику организаций селезащитных мероприятий Казахстана.

В последнее время большое внимание Медеу А.Р. уделяет оценке водной безопасности республики. Под руководством и при непосредственном участии разработана уникальная концепция обеспечения водной безопасности Республики Казахстан в контексте

Стратегии «Казахстан-2050», как компонент национальной безопасности на основе идентификации водных угроз, разработки фундаментальных путей устранения дефицита воды с использованием новой парадигмы, сочетающей управление «спросом» и управление «ресурсом».

Впервые в истории суверенного Казахстана результаты исследований были представлены научным руководителем программы А.Р. Медеу на заседании Совета безопасности РК с участием Главы государства и получили одобрение (6 марта 2012 г.). В том же году обобщенные результаты исследований опубликованы в 30-томной монографии под общим названием «Водные ресурсы Казахстана: оценка, прогноз, управление».

Исследования в области водной безопасности использованы для концептуальных основ при разработке и выполнении крупных междисциплинарных научно-технических программ устойчивого водообеспечения республики: «Оценка ресурсов и прогноз использования природных вод Казахстана в условиях антропогенно и климатически обусловленных изменений» (2009...2011 гг.); Государственной программы управления водными ресурсами (2013 г.); «Водная безопасность Республики Казахстан: геопространственная информационная система "Водные ресурсы Казахстана и их использование"» (2014...2016 гг.); «Водная безопасность Республики Казахстан – стратегия устойчивого водообеспечения» (2015...2017 гг.); «Трансграничные бассейны рек Республики Казахстан и Китайской Народной Республики: научно-прикладные основы устойчивого водообеспечения населения и экономики в условиях климатических изменений и хозяйственной деятельности на период до 2050 г.» (2018...2020 гг.).

Результаты фундаментальных и прикладных исследований применены при разработке Государственной программы управления водными ресурсами, переговорном процессе по межгосударственному водodelению с КНР, планировании долгосрочных сценариев водodelения Республики Казахстан, а также при проектировании и строительстве Коксарайского водохранилища.

Работы по водной безопасности были высоко оценены государством, группа ученых во главе с руководителем коллектива А.Р. Медеу, стали лауреатами Государственной премии Республики Казахстан в области науки и техники им. аль-Фараби 2019 года.

К еще одной сфере его научных интересов относится тематическое и атласное картографирование. Разработана концепция атласного картографирования Республики Казахстан, как системы картографических произведений, объединенных генеральной целью, единством методологии и согласованности результатов. Концепция реализована в многофункциональном комплекте атласов: Национальном (природа, общество, экология страны), Отраслевом (чрезвычайные ситуации), Региональном (Мангистауская и Атырауская области). Фундаментальные исследования в области атласного картографирования, выполненные под руководством и непосредственном участии А.Р. Медеу, были отмечены Государственной премией в области науки и техники 2013 года.

Основные результаты исследований А.Р. Медеу опубликованы более чем в 200 научных работах, в т.ч. 20 монографиях, 4 атласах и 2 словарях географических названий.

Под руководством А.Р. Медеу защищено 5 докторских и 13 кандидатских диссертаций.

Многогранна его общественная деятельность. Он является председателем Национального комитета по Международной гидрологической программе ЮНЕСКО Национальной комиссии Республики Казахстан по делам ЮНЕСКО и ИСЕСКО, ассоциированным членом Бюро Межправительственной гидрологической программы ЮНЕСКО, членом Объединенного Научного совета по фундаментальным географическим проблемам при Международной ассоциации академий наук (МАН), членом Экспертного совета Совета безопасности Республики Казахстан, председателем Управляющего совета Республиканского общественного объединения «Qazaq Geography», членом высшей научно-технической комиссии при Правительстве Республики Казахстан.

За большие заслуги Медеу А.Р. удостоен почетного звания «Қазақстанның еңбек сіңірген қайраткері» (Заслуженный деятель РК), награжден знаками «За заслуги в развитии науки Казахстана», «20 лет Международному фонду спасения Арала», «Почетный селезащитник» ГУ «Казселезащита», медалями «За заслуги в области экологии» им. Н.К. Рериха МАНЭБ, «20 лет организации органов охраны окружающей среды РК», «Төтенше жағдайлардың алдын алуда және жоюда үздік шыққаны үшін» и др.

Ахметкал Рахметуллаевич Медеу является лидером, ведущим за собой большой коллектив. Научные заслуги юбиляра, высокая требовательность к себе и другим, большая работоспособность, оригинальность мысли, и доброжелательность снискали ему всеобщее, глубокое уважение.

Коллектив РГП «Казгидромет», редакция журнала, коллеги, ученики и друзья сердечно поздравляют Ахметкала Рахметуллаевича с юбилеем и желают ему крепкого здоровья и благополучия.

**НАТАЛЬЯ ИВАНОВНА ИВКИНА**  
(к 60-летию со дня рождения)



25 декабря 2020 года исполняется 60 лет со дня рождения очень талантливого человека, известного гидролога, ученого в области исследования Каспийского моря, кандидата географических наук – Ивкиной Натальи Ивановны.

Свой трудовой путь Наталья Ивановна начала в 1983 году, когда, после окончания КазГУ имени Кирова (ныне КазНУ имени аль-Фараби) по специальности инженер-гидролог, она была принята на работу в Казахский научно-исследовательский гидрометеорологический институт. Занимала должности от инженера отдела гидрологических расчетов и прогнозов до ведущего научного сотрудника отдела проблем Каспия. В марте 2005 г. Наталья Ивановна назначена заведующей отделом проблем Каспия. В настоящее время Ивкина Н.И. является начальником управле-

ния гидрометеорологических исследований Каспийского моря научно-исследовательского центра РГП "Казгидромет".

В 1999 году Наталья Ивановна защитила кандидатскую диссертацию "Ветровые нагоны морской воды, их моделирование и влияние на окружающую среду северо-восточного Каспия" по специальности «Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов» (ныне 25.00.36 «Геоэкология»).

Наталья Ивановна постоянно повышает свою квалификацию на курсах, тренингах, обучении по гидрометеорологическим исследованиям, гидрологии, океанологии, проходящих в различных городах и странах мира, таких как Нидерланды, Бельгия, Англия, Германия, Дания, Мальта, Туркменистан, Сингапур, Япония, Россия, Израиль и другие. Приобретенные на курсах знания, она успешно внедряет в оперативную и научную практику Казгидромета.

Наталья Ивановна Ивкина принимала участие в выполнении более 30 научно-исследовательских работ по исследованию гидрометеорологического режима и экологического состояния Каспийского моря, водного баланса оз. Балкаш, годового стока малых и средних рек (горных рек Казахстана), в том числе и в качестве ответственного исполнителя. Под ее руководством были разработаны и внедрены в практику методики расчета уровня поверхности и волнения на Каспийском море, Каталоги ледовых и сгонно-нагонных явлений в казахстанском секторе Каспийского моря.

Наталья Ивановна неоднократно участвовала в Международных проектах и выступала с докладами на Международных конференциях. В настоящее время она является Национальным координатором по проекту международного обмена данными (IODE) Межправительственной океанографической комиссии, экспертом Технической комиссии ВМО по океанографии и морской метеорологии (JCOMM WMO), членом экспертной группы Координационного комитета по гидрометеорологии и мониторингу загрязнения Каспийского моря (КАСПКОМ).

Наталья Ивановна наряду с научной работой также принимает участие в подготовке кадров по гидрометеорологическому профилю. Ею подготовлено более 30 отзывов на кандидатские и докторские диссертации для диссертационных советов Казахстана, Узбекистана, Кыргызстана, России, Украины, Беларуси, Азербайджана по специальностям: охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов; геоэкология; экология; гидрология суши, водные ресурсы и гидрохимия;

гидротехническое строительство; гидравлика и инженерная гидрология; физическая география и биогеография, география почв и геохимия ландшафтов; геоморфология и эволюционная география; океанология; математическое моделирование, численные методы и комплексы программ; метеорология, климатология, агрометеорология; геодезия.

Наталья Ивановна на протяжении многих лет является заместителем Главного редактора научно-технического ежеквартального журнала «Гидрометеорология и экология».

Ею опубликовано более 125 научных работ, в том числе и в зарубежных изданиях с индексацией SCOPUS.

В 2020 году Наталья Ивановна в честь празднования дня Конституции, а также за заслуги и внесенный вклад в развитие гидрометслужбы награждена медалью «Конституции Казахстана 25 лет».

Наталья Ивановна, кроме того, что высококвалифицированный специалист и талантливый руководитель, еще и замечательный человек, которого любят и уважают все коллеги! Ее работа – редкий пример удивительного сочетания профессионализма, принципиальности, доброты и чуткого отношения к людям. Она коммуникабельна, общительна, с радостью делится своим знаниями с молодым поколением.

Коллектив РГП "Казгидромет", редакция журнала "Гидрометеорология и экология", все ваши коллеги, ученики и друзья от всего сердца поздравляют вас с юбилеем! Оставайтесь всегда такой же молодой, энергичной и элегантной. Будьте всегда здоровы и счастливы!

**САКЕН КАЛАМКАЛИЕВИЧ ДАВЛЕТГАЛИЕВ**  
(к 85-летию со дня рождения)

Известному в Казахстане ученому-гидрологу, доктору географических наук, профессору Сакену Каламкалиевичу Давлетгалиеву 18 июня 2020 года исполнилось 85 лет.

В 1958 году он окончил Ленинградский гидрометеорологический институт по специальности инженера-гидролога. Тогда же, по распределению Сакен Каламкалиевич был направлен в Институт Энергетики АН КазССР. Начиная работу в отделе водно-энергетических проблем и принимая участие в подготовке и издании Водноэнергетического кадастра КазССР, в исследовании годового стока Тарбагатайского Алатау, а также в исследовании внутригодовой неравномерности стока.

В 1971 г. Сакен Каламкалиевич защищает кандидатскую диссертацию «Вероятностные прогнозы речного стока и их использование при эксплуатации ГЭС» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности «05.279 – Гидростанции и Гидроэнергетические установки». А в 1996 г. в г. Санкт-Петербурге им защищена докторская дис-

сертация на тему «Статистическое моделирование гидрологических рядов и гидрографов стока».

Профессор С.К. Давлетгалиев успешно сочетает преподавательскую, методическую, научную, воспитательную и общественную деятельность в стенах Казахского Национального университета имени аль-Фараби.

Преподавательскую деятельность он всегда сочетает с научными исследованиями. Научные исследования профессор С.К. Давлетгалиев проводит в рамках выполнения госбюджетных, хоздоговорных тем и грантов в приоритетных направлениях науки, связанных с проблемами оз. Балхаш, Большого Алматинского канала им. Д.А. Кунаева, канала переброски части стока Сибирских рек в Казахстан и Среднюю Азию, с использованием трансграничных рек Иле и Ертыс, с оценкой водных ресурсов и других гидрологических характеристик водных объектов Казахстана.

С.К. Давлетгалиев – ученый, известный не только в Казахстане, но и в других странах СНГ, автор более 100 научных работ. Свой научный опыт он передает своим ученикам. Под его руководством защищено несколько десятков магистерских и кандидатских диссертаций.

За заслуги в научной и педагогической деятельности С.К. Давлетгалиев награжден медалью «Ветеран труда», нагрудным знаком «Отличник образования РК», неоднократно награждался почетными грамотами КазНУ и Министерства образования РК.

Сакен Каламкалиевич заслуженно пользуется авторитетом, уважением и глубокой симпатией среди коллег и студентов, благодаря своим замечательным личностным качествам. Ему присуще исключительное трудолюбие, добросовестность, объективность, интеллигентность, тактичность в обращении, искренность, скромность, внимательное и доброе отношение к людям.

Сердечно поздравляем юбиляра с замечательной датой. Желаем долгих лет жизни, дальнейших творческих успехов, крепкого здоровья, свершения всего задуманного!

Коллеги, ученики,  
Редколлегия журнала

**АТАМҰРАТ МӨРӘЛІҰЛЫ ШӘМЕНОВ**  
(70 жасқа толуына орай)



Мемлекет және қоғам қайраткері, экономика ғылымдарының докторы Атамұрат Мөрәліұлы Шәменов 2021 жылдың 5 қаңтарында 70 жасқа толады.

1974 жылы Мәскеу мал дәрігерлік академиясын ауыл шаруашылығының маманы ретінде бітірген. Сол уақыттан бастап 1983 жылға дейін ЛКЖО Қызылорда обкомында нұсқаушы, қазіргі Қызылорда мемлекеттік университетінде оқытушы, Қазақстан ЛКЖО ОК-де бөлім меңгерушісі қызметтерін атқарды. Кейіннен Қазақ КСР-і Министрлер Кеңесі төрағасының көмекшісі, іс басқармасының аға нұсқаушысы, бас маманы ретінде жұмыс жасады. Қазақстан Республикасының тұңғыш президентінің алғашқы ұйымдастыру мәселесі жөніндегі көмекшісі болған. Осы уақытта маңызды мәселелерді шешуде жауапкершілікті өзіне алу мен бастамашылдық көрсету үлгісін Семей

ядролық полигонының 1991 жылдың 29 тамызында жабылуы туралы ҚР Президенті жарлығының шығуында көрсетті.

Атамұрат Шәменов Қазақстанның гидрометеорологиялық қызметін басқарған уақытта ел экономикасының ауыр кезеңдері болатын. 1995 жылдың 19 қазанындағы ҚР Президентінің жарлығына сәйкес Министерлер кабинеті жанындағы гидрометеорология бас басқармасы дербес Қазақстан Республикасы гидрометеорологиялық бас басқармасы болып қайта құрылды. Осы уақытта, яғни 1994...1999 жылдары Қазақстан республикасының Гидрометеорология бас басқармасының бастығы, Әлемдік метеорология ұйымында Қазақстан өкілі міндеттерін атқарды.

ҚР Президентінің 1997 жылдың 10 қазанындағы Жарлығына сәйкес Экология және биоресурстар министрлігінің Гидрометеорология және табиғи ортаның мониторингі агенттігі жаңадан құрылған ҚР экология және табиғи ресурстар министрлігінің құрамына Республикалық мемлекеттік қазыналық кәсіпорны (РГКП) «Қазгидромет» ретінде берілді.

Сол жылдары Атамұрат Мөрәліұлы «Гидрометеорология и мониторинг природной среды» (1996 ж.), «Управление и экономическая эффективность» (1997 ж.) монографияларын, «Краткий казахско-русский и русско-казахский словарь гидрометеорологических терминов» (1996 ж.), «Засушливые явления» (научно-прикладной справочник по агроклиматическим ресурсам РК, 1997 ж.), «Агроклиматическое обеспечение овцеводства» (научно-прикладное справочное издание, 1998 ж.) кітаптарының бас редакторы болды. 1999 жылы «Росгидрометпен» бірлесе отырып «Толковый словарь по сельскохозяйственной метеорологии» кітабында редакциялық кеңестің төрағасы болды, бұл сөздік 2002 жылы арнайын кітап болып шыққан.

А.М. Шәменов 1999 жылы Ұлттық ғылым академиясының Экономика институтында «Стратегия управления и оптимизации системы гидрометеорологического обслуживания в условиях рыночных отношений» тақырыбында 08.00.05 – Халық шаруашылығының экономикасы мен басқаруы ғылыми мамандығы бойынша докторлық диссертация қорғады.

Сонымен қатар Атамұрат Мөрәліұлы КазНИГМИ ғылыми зерттеу институтын КазНИИМОСК институтына айналдырды, биыл 25 жылға толған «Гидрометеорология и экология» журналын 1995 жылы ашты.

Кейінгі уақыттарда ҚР Президенті жанындағы мемлекеттік қызмет академиясының Біліктілікті арттыру мен кадр дайындау институтының директоры, Алматы экономика және статистика академиясында және

Евразия нарық институтында проректор, Қазақ мемлекеттік аграрлық университетінде Бас ғылыми-хатшы, Агробизнес институтының директоры, Алматы заң академиясында экономика және қаржы кафедрасында меңгеруші болды. Қазақстан Республикасы журналистер одағының мүшесі.

Атамұрат Мөрәліұлы өзінің керемет жеке қасиеттерінің арқасында әріптестер мен студенттер арасында беделге, құрметке ие.

Мерейтой иесін шын жүректен құттықтаймыз. Сізге ұзақ өмір, шығармашылық табыс, мықты денсаулық, барлық жоспарларыңыздың орындалуын тілейміз!

РГП «Казгидромет»,  
Журнал редколлегиясы.

**УКАЗАТЕЛЬ СТАТЕЙ,  
опубликованных в журнале "Гидрометеорология и экология" в  
2020 г.**

**МЕТЕОРОЛОГИЯ**

*Абаев Н.Н., Турашов Ш.Е., Нысанбаева А.С., Болатов К.М.* Солтүстік Қазақстан облысының астық дақылдарының өнімділігін бағалауда жерді қашықтықтан зондылау деректерін пайдалану. №2, С. 23-34.

*Ахмеджанов А.Х., Караданов Т.К.* Динамика содержания водяного пара в атмосфере Казахстана по данным спутникового зондирования. №2, С. 178-185.

*Ахмеджанов А.Х., Караданов Т.К., Кенжебеков Н.А.* Технология регионального космического мониторинга парниковых газов в атмосфере Республики Казахстан. №3, С. 83-92.

*Байшоланов С.С.* Модель расчёта оросительной нормы сельскохозяйственных культур на основе метеорологических данных. №2, С. 165-177.

*Долгих С.А., Смирнова Е.Ю.* Об изменении повторяемости неблагоприятных и экстремальных метеорологических явлений на территории Ертисского бассейна. №4, С. 135-153.

*Илякова Р.М.* Краткая характеристика современного режима атмосферных осадков на территории Ертисского бассейна. №4, С. 122-134.

*Курманова М.С.* Об оценке влияния некоторых центров действия атмосферы на температурный режим Павлодарской, Восточно-Казахстанской и Алматинской областей в холодный период года. №1, С. 124-135.

*Наурызбаева Ж.К., Лобанов В.А.* Изменение ветрового режима северного и среднего Каспия в холодное полугодие. №4, С. 36-45.

*Седельников И.А., Тайжанова М.М.* Изменение основных компонентов климата города Петропавловск за 85 лет. №2, С. 114-124.

*Юничева Н.Р., Нурсеитов Д.Б., Есеркенова И.Б., Бостанбеков К.А., Алимова А.Н.* Автоматизация предпроцессинговой обработки данных глобальных климатических моделей для проведения расчетов региональных климатических моделей для первого приоритетного периода программы Cordex. №2, С. 94-102.

## ГИДРОЛОГИЯ

*Абдрешов Ш.А., Сейтасанов И.С., Яковлев А.А., Саркынов Е., Зултыхаров Б.А.* Теоретические предпосылки по технологическому процессу водоподъема из скважин гидроструйной насосной установки. №1, С. 55-63.

*Баймаганбетов А.Е., Гайдукова Е.В., Сұлтамұрат Г.И.* Стохастикалық болжам әдісін Солтүстік Қазақстанның өзен бассейндеріне қолдану. №4, С. 74-82.

*Бурлибаев М.Ж., Шенбергер И.В., Кайдарова Р.К., Бурлибаева Д.М., Нарбаева К.Т.* О роли трансграничности в трансформации гидрохимического режима рек Талас и Аса. №4, С. 83-97.

*Валеев А.Г., Акиянова Ф.Ж., Сагинтаев Ж.* Современные рельефообразующие процессы береговой зоны озера Алаколь. №2, С. 125-145.

*Джусупбеков Д.К., Сайлаубек А.М.* Іле-Балқаш алабы өзендер ағындысының өзгерісіне климаттың әсерін бағалау. №1, С. 143-154.

*Дускаев К.К., Чигринец А.Г., Гаппаров А.З., Ахметова С.Т.* Үлкен және Кіші Алматы өзендері бассейндері бойынша минималды жазғы-күзгі ағындының сипаттамалары. №2, С. 35-44.

*Елтай А.Ф., Галаева А.В.* Анализ данных Атласа Мирового Океана применительно к Каспийскому морю. №3, С. 44-51.

*Жданов В.В.* Современная концепция развития прогнозов лавинной опасности (на примере прогнозов в районе СЛС Шымбулак). №2, С. 81-93.

*Зәуірбек Ә.К., Садвакасова С.Р.* Увязка расчетных располагаемых водных ресурсов с суммарным водопотреблением в бассейнах рек. №2, С. 45-61.

*Ивкина Н.И., Галаева А.В.* Изменения основных составляющих водного баланса Каспийского моря под влиянием климата. №4, С. 16-28.

*Ивкина Н.И., Галаева А.В., Саиров С.Б., Долгих С.А., Смирнова Е.Ю.* Оценка годового стока реки Жайык (Урал) в створе у с. Кушум на перспективу до 2050 г. с учетом изменения климата. №3, С. 52-69.

*Ивкина Н.И., Елтай А.Ф., Бьорн Клове, Садуокасова М.Т., Шенбергер И.В., Шишкина Г.М.* Колебания уровня и их влияние на

нефтяное загрязнение Казахстанского сектора Каспийского моря. №2, С. 62-72.

**Ивкина Н.И., Терехов А.Г., Елтай А.Ф., Галаева А.В.** Особенности водного режима реки Эмба (восточное побережье Каспийского моря). №3, С. 93-110.

**Кауазов А.М., Нурлан А.Н., Жолдасбек А.Е., Бозбекова А.С.** Возможность использования данных модели Noah/GSFC в рамках проекта FEWSNET / USGS / EROS для оперативного гидрологического прогнозирования в Северном Казахстане. №3, С. 111-124.

**Лю М.Ц., Домран А.О., Кужагельдина Н.У., Болатова А.А. Серікбай Н.Т.** Оценка потерь талого стока в верховьях р. Есиль. №4, С. 154-164.

**Мамедов Р.М., Абдуев М.А., Теймуров М.А.** Роль условий увлажненности территории при оценке водных ресурсов и элементов водного баланса. №1, С. 80-92.

**Молдахметов М.М., Махмудова Л.К., Құрмангазы Е.** Минимальный сток рек Есильского водохозяйственного бассейна . №1, С. 64-79.

**Молдахметов М.М., Мусина А.К., Бексултанова Ж.У., Сыдыков Д.Р.** Тобыл алабы өзендерінің көпжылдық ағындысын қалпына келтіру. №2, С. 103-113.

**Ниязов Дж.Б., Калашишникова О.Ю.** Динамика стока и прогноз половодья на реке Варзоб по данным наземных наблюдений. №1, С. 163-174.

**Озгелдинова Ж.О., Мукаев Ж.Т., Оспан Г.Т.** Оценка потенциала устойчивости геосистем в условиях антропогенных воздействий (на примере бассейна реки Сарысу). №3, С. 19-33.

**Рамазанова Н.Е., Бейсембекова Ф.А., Токсанбаева С.Т., Құрмангазы Е.** Arcgis технологиясының көмегімен Шешін-1 Өзені алабының Rusle формуласындағы С факторын анықтау. №1, С. 93-103.

**Ташимбетова Э.Д., Джусупбеков Д.К.** Сарысу алабы өзендерінің су тасу кезеңі ағындысын есептеу. №2, С. 15-22.

**Халыков Е.Е., Лый Ю.Ф., Какимжанов Е.Х., Макимбаева М.М., Шарапханова Ж.М.** Жыралық эрозияның дамуын жерүсті лазерлік сканерлеу әдісімен зерттеу. №2, С. 146-164.

*Шенбергер И.В., Гоконова Е.М., Бурлибаева Д.М.* Разработка алгоритма расчета распространения волны прорыва при гидродинамической аварии Кызылагашского водохранилища с использованием программного комплекса MIKE by DHI. №4, С. 106-121.

## **ЭКОЛОГИЯ**

*Агарзаева Б.А.* Исследование современного экологического состояния Бакинской бухты Каспийского моря. №1, С. 136-142.

*Ахмеджанов А.Х., Караданов Т.К.* Расчет вертикального профиля оксида углерода в атмосфере по спутниковым данным. №1, С. 155-162.

*Бандалиев В.Н.* О некоторых названиях тюркского происхождения на территории Восточной Европы и Сибири. №1, С. 8-16.

*Бекболатов Ф.Ж., Төленов А., Болысбек А.Ә., Мейірбеков Ә.Т.* Шымкент қаласы бойынша атмосфералық ауаның ластану жағдайы. №4, С. 59-73.

*Джунусбеков М.М., Акбасова А.Д.* Экологическая оценка уровня загрязненности почв города Кентау тяжелыми металлами. №3, С. 34-43.

*Елеуова К.Т., Жунисова М.А., Кужагельдина Н.У., Мамытова А.Т.* Анализ аэросиноптических условий формирования периодов с высоким уровнем загрязнения по г. Усть-Каменогорск. №4, С. 98-105.

*Жакупов А.А.* Павлодар облысының бальнеологиялық ресурстарына баға беру. №4, С. 7-15.

*Керімбай Б.С., Керімбай Н.Н., Мақаш К.К.* Ландшафтное разнообразие Верхнешарынской мезогеосистемы. №3, С. 70-82.

*Керімбай Б.С., Керімбай Н.Н., Мақаш К.К.* Методологические подходы к изучению Верхнешарынской мезогеосистемы. №1, С. 17-26.

*Курбанова Л.С., Тусупова Б.Х., Нурмакова С.М., Мекебаева А.К., Жаксылык Б.К.* Алматы қаласы ауасының азот диоксидімен ластануын ГАЗ технологиясын қолдану арқылы бағалау. №2, С. 7-14.

*Лебедь Л.В., Есеркепова И.Б., Сулейменов Н.К.* Лесные и степные пожары в Казахстане как источники выбросов газов и твердых веществ в атмосферу. №1, С. 175-187.

*Мусина Э.Б.* Оценка влияния цементной промышленности на загрязнения окружающей среды на примере АО «Карцемент». №2, С. 73-80.

*Озгелдинова Ж.О., Хамзин Е.М., Мукаев Ж.Т., Жангужина А.А., Тенькебаева Ж.Ф., Алагуджаева М.А.* Кеңгір өзені алабы ландшафтарына техногендік жүктемені бағалау. №1, С. 27-36.

*Салихов Т.К.* Батыс Қазақстан облысы Ардақ және Ащысай ауылдық округтерінің өсімдік жамылғысын зерттеу. №4, С. 29-35.

*Салихов Т.К.* Исследования растительного покрова Акбулакского и Карагашского сельских округов Западно-Казахстанской области. №3, С. 137-145.

*Салихов Т.К., Жолдасова А.К.* Жамбыл облысы Жамбыл ауданының жер ресурстарын ГАЖ-технология қолдану негізінде зерттеу. №3, С. 7-18.

*Салихов Т.К., Салихова Т.С.* Исследования растительного покрова Актауского сельского округа Западно-Казахстанской области. №4, С. 46-58.

*Сатиев Д.М., Каракулов Е.М., Мусағалиева Ж.Е., Нәжбиев А.Д., Алтыбаева Ж.Б., Ғаббасова М.С.* Оценка средних многолетних и сезонных изменений растительного покрова Щучинско-Боровской курортной зоны на основе данных дистанционного зондирования земли. №1, С. 37-45.

*Токмагамбетова Р.Ю., Маканова А.У.* Анализ и оценка демографической ситуации Кызылординской области. №1, С. 46-54.

*Чердниченко А.В., Чердниченко В.С., Джайлаубеков Е.А.* К учету дополнительных эмиссий CO<sub>2</sub> от автомобильного транспорта, использующего технологию очистки отработанных газов в Республике Казахстан. №1, С. 104-123.

*Чердниченко А.В., Чердниченко В.С., Мунайтпасова А.Н.* Связь приземного озона с загрязняющими веществами воздуха по данным города Алматы. №3, С. 125-136.

#### **ОБЗОРЫ И КОНСУЛЬТАЦИИ**

*Бекжигитов Е.Т., Джусупова Г.К., Юсупова Б.С.* Вопрос об экологической ответственности предприятий на примере Павлодарского нефтехимического завода. №4, С. 165-174.

*Никитинский Е.С., Аябекова А.Е.* Перспективы межгосударственного и трансграничного сотрудничества по развитию круизного туризма на Каспии. №1, С. 188-196.

*Смирнова Е.Ю., Шмидт М.Э., Исабекова Ж.К., Сакимова М.Н., Веревкина И.В., Смагулова С.М., Ибраев С., Васенина Е.И., Лоенко Н., Муканов Е.* Стихийные гидрометеорологические явления на территории Республики Казахстан в 2019 году. №4, С. 175-212.

*Чердниченко А.В., Чердниченко В.С.* Современные подходы к изучению глобального климата и его проявление на региональном уровне. Обзор материалов международной научно-практической конференции. №2, С. 186-189.

#### **ХРОНИКА**

*Аманкулова С.Л.* (Отличник гидрометслужбы). №3, С. 150-152.

*Голубцов В.В.* (к 90-летию со дня рождения). №3, С. 146-147.

*Давлетгалиев С.К.* (к 85-летию со дня рождения). №4, С. 221-222.

*Ивкина Н.И.* (к 60-летию со дня рождения). №4, С. 218-220.

*Лоенко Н.М.* (Отличник гидрометслужбы). №3, С. 153-154.

*Медеу А.Р.* (к 70-летию со дня рождения). №4, С. 213-217.

*Метеостанции Нур-Султан 150 лет.* №3, С. 157-159.

*Метеостанция имени Кожакметова П.Ж.* №3, С. 155-156.

*Памяти Боголюбовой Е.В.* №2, С. 200-201.

*Памяти Дуйсенова С.Т.* №1, С. 197-198.

*Терехов А.Г.* (к 60-летию со дня рождения). №3, С. 148-149.

*Шаменов А.Т.* (70 жасқа толуына орай), №4, С. 223-225.

#### **СООБЩЕНИЯ**

О выходе международного специализированного научно-образовательного журнала «Гидрометеорология и образование». №1, С. 199-200.