



ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ



2020

ISSN 2079-6161



25 лет  
Гидрометеорология  
и  
экология

# ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ

Ежеквартальный  
научно-технический журнал



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

**№ 3**

# **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**  
**№ 3 (98)**

© Журнал издается с 1995 года.

Регистрационное свидетельство

№ 1538 от 14 марта 1995 г.

*Адрес редакции:*

050022, Алматы,

пр. Абая, д. 32, к. 309,307

(7272) 67-64-91; 55-84-06;

*Телефон:*

[Hydromet.journal@gmail.com](mailto:Hydromet.journal@gmail.com)

*E-mail:*

<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>Т.К. Салихов, А.К. Жолдасова</b> Жамбыл облысы Жамбыл ауданының жер ресурстарын ГАЖ-технология қолдану негізінде зерттеу. . . . .	7
<b>Ж.О. Озгелдинова, Ж.Т. Мукаев, Г.Т. Оспан</b> Оценка потенциала устойчивости геосистем в условиях антропогенных воздействий (на примере бассейна реки Сарысу). . . . .	19
<b>М.М. Джунусбеков, А.Д. Акбасова</b> Экологическая оценка уровня загрязненности почв города Кентау тяжелыми металлами. . . . .	34
<b>А.Ғ. Елтай, А.В. Галаева</b> Анализ данных Атласа Мирового Океана применительно к Каспийскому морю. . . . .	44
<b>Н.И. Ивкина, А.В. Галаева, С.Б. Саиров, С.А. Долгих, Е.Ю. Смирнова</b> Оценка годового стока реки Жайык (Урал) в створе у с. Кушум на перспективу до 2050 г. с учетом изменения климата. . . . .	52
<b>Б.С. Керімбай, Н.Н. Керімбай, К.К. Мақаш</b> Ландшафтное разнообразие Верхнешарынской мезогеосистемы. . . . .	70
<b>А.Х. Ахмеджанов, Т.К. Караданов, Н.А. Кенжебеков</b> Технология регионального космического мониторинга парниковых газов в атмосфере Республики Казахстан. . . . .	83
<b>Н.И. Ивкина, А.Г. Терехов, А.Ғ. Елтай, А.В. Галаева</b> Особенности водного режима реки Эмба (восточное побережье Каспийского моря). . . . .	93
<b>А.М. Кауазов, А.Н. Нурлан, А.Е. Жолдасбек, А.С. Бозбекова</b> Возможность использования данных модели Noah / GSFC в рамках проекта FEWSNET / USGS / EROS для оперативного гидрологического прогнозирования в Северном Казахстане. . . . .	111
<b>А.В. Чередниченко, В.С. Чередниченко, А.Н. Мунайтпасова</b> Связь приземного озона с загрязняющими веществами воздуха по данным города Алматы. . . . .	125

### **Т.К. Салихов**

Исследования растительного покрова Акбулакского и Карагашского сельских округов Западно-Казахстанской области.....	137
--	-----

### **ХРОНИКА**

<b>В.В. Голубцов</b> (к 90-летию со дня рождения).....	146
<b>А.Г. Терехов</b> (к 60-летию со дня рождения).....	148
<b>С.Л. Аманкулова</b> (Отличник гидрометслужбы).....	150
<b>Н.М. Лоенко</b> (Отличник гидрометслужбы).....	153
Метеостанция имени Кожаметова П.Ж. ....	155
Метеостанции Нур-Султан 150 лет. ....	157

## CONTENTS

### SCIENTIFIC ARTICLES

<b>T. Salikhov, A. Zholdasova</b> Study on land resources of ZHambyl district of ZHambyl region on the basis of GIS-technologies. . . . .	7
<b>J.O. O zgeldinova, Zh.T. Mukayev, G.T. Ospan</b> Assessment of the geosystems stability potential under anthropogenic impact conditions (on the example of the Sarysu river basin). . . . .	19
<b>M.M. Junusbekov, A.D. Akbasova</b> Environmental assessment of the soil contamination level of the Kentau city with heavy metals. . . . .	34
<b>A.G. Yeltay, A.V. Galayeva</b> Analysis of the World Ocean Atlas data in relation to the Caspian sea. . . .	44
<b>N.I. Ivkina, A.V. Galayeva, S.B. Sairov, S.A. Dolgikh, E.Yu. Smirnova</b> Assessment of the annual runoff of the ZHaiyk (Ural) river – vil. Kushum for the future until 2050 with climate change. . . . .	52
<b>B.S. Kerimbay, N.N. Kerimbay, K.K. Makash</b> Landscape diversity of the Uppersaryn mesogeosystem. . . . .	70
<b>A.H. Akhmedzhanov, T.K. Karadanov, N.A. Kenzhebekov</b> Technology of regional space monitoring of greenhouse gases in the atmosphere of the Republic of Kazakhstan. . . . .	83
<b>N.I. Ivkina, A.G. Terekhov, A.G. Yeltay, A.V. Galayeva</b> Features of the Emba river water regime (eastern coast of the Caspian sea) . .	93
<b>A.M. Kauazov, A.N. Nurlan, A.E. Zholdasbek, A.S. Bozbekova</b> Possibility of using data from the NOAA/ GSFC model in the framework of the FEWS NET/USGS / EROS project for operational hydrological forecasting in northern Kazakhstan. . . . .	111
<b>A.V. Cherednichenko, V.S. Cherednichenko, A.N. Munaitpasova</b> Relationship of local ozone with air pollutants according to Almaty city data. . . . .	125

<b>T.K. Salikhov</b>	
Research of the vegetable cover of Akbulak and Karagash rural district of West Kazakhstan region. . . . .	137
<b>CHRONICLE</b>	
<b>V.V. Golubtsov</b> (to the 90th anniversary). . . . .	146
<b>A.G. Terekhov</b> (to the 60th anniversary). . . . .	148
<b>S.L. Amankulova</b> (Excellent Hydrometeorological Service). . . . .	150
<b>N.M. Loenko</b> (Excellent Hydrometeorological Service). . . . .	153
Meteorological station named after Kozhakhmetov P.Zh. . . . .	155
The Nur-Sultan weather station is 150 years old. . . . .	157

ӘОЖ 910.3:332.33

А.-шар. ғылымд. канд.

Т.К. Салихов<sup>1</sup>А.К. Жолдасова<sup>1</sup>

**ЖАМБЫЛ ОБЛЫСЫ ЖАМБЫЛ АУДАНЫНЫҢ ЖЕР  
РЕСУРСТАРЫН ГАЖ-ТЕХНОЛОГИЯ ҚОЛДАНУ НЕГІЗІНДЕ  
ЗЕРТТЕУ**

*Түйін сөздер:* жер ресурстары, геоакпараттық жүйелер, жер қоры мен жер санаттары, топырақ жамылғысы, ауыл шаруашылық жерлер, елді мекендердің жері, ерекше қорғалатын табиғи аумақтардың жері, орман және су қорының жері, босалқы жерлер.

*Жер ресурстарын ұтымды пайдалану, ең алдымен ауыл шаруашылығына қатысты жер қатынастарын реттеу – ауыл шаруашылығының мәселелерінің бірі. Оның шешімі ауыл шаруашылығының айналымына жерлерді максималды тартуды, өнімдік танаптарды кеңейтуді, оларды пайдалану қарқындылығын және егіншілік мәдениетінен арттыруды, топырақ эрозиясымен және басқа да зиянды үрдістермен белсенді күресуге байланысты. Осыған байланысты Қазақстандағы жер қатынастары - өте қызықты және өзекті мәселе. Жұмыстың зерттеу нәтижесінде Жамбыл облысы Жамбыл ауданындағы зерттеу территориясындағы жер қорының көлемдері есептеліп, тақырыптық картасын жасақтап, ұсынылған ГАЖ-технологияларын қолдану арқылы сандық карталар құрастыру әдістемесіне сәйкес, әрбір картаға түсіндірме жазбалар әзірленіп ГАЖ – технологияларды пайдалана отырып цифрлық карталар құрастырылды.*

XX ғасырдың соңына қарай әлем халқының саны 6 млрд адамға жетті. Азық-түлік өнімдерін өсіру қажеттілігін қамтамасыз ету үшін табиғи ресурстарды, оның ішінде жер ресурстары үшін үлкен шиеленіс тудырады. Көптеген аймақтарда кедейшілік пен азық-түліктің жеткіліксіздігі созылмалы мәселеге айналды. Негізгі қауіп-қатердің бірі – ауыл шаруашылық және экологиялық ресурстардың жойылуы мен тозуы.

---

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

Жерді және су ресурстарын өндіруді және сақтауды арттыру әдістерін реттеу, бірақ олар кең және жүйелі түрде қолданылмайды. Топырақтың және климаттық аймақтың әрбір нақты түріне, оның ішінде оларды жүзеге асыру үшін экономикалық, әлеуметтік және институционалдық тетіктер құру үшін тұрақты болатын жерді пайдаланудың және өндіріс жүйелерінің нысандарын анықтауға жүйелі тәсілдер қажет [1, 5].

Жер ресурстарын ұтымды пайдалану, ең алдымен ауыл шаруашылығына қатысты жер қатынастарын реттеу – күрделі мәселе. Оның шешімі ауыл шаруашылығының айналымына жерлерді максималды тартуды, өнімдік танаптарды кеңейтуді, оларды пайдалану қарқындылығын және егіншілік мәдениетенуін арттыруды, топырақ эрозиясымен және басқа да зиянды үрдістермен белсенді күресуді талап етеді [1, 2].

Жер реформаларының міндеті – жерге деген шаруашылықтың әртүрлі формаларын тиімді қалыптастыруға арналған құқықтық, әлеуметтік және экономикалық жағдайларды жасау мақсатындағы жер қатынастарын қалыптастыру, жер нарығын қалыптастыру және дамыту, жерлердің ұтымды пайдаланылуын және қорғалуын қамтамасыз ету, топырақ құнарлылығын ұдайы өндіру [2, 4].

Қазақстан жер ресурстарының үлкен қорына ие. Жалпы алаңы 272 миллион гектар. Жер қатынастарының нысаны – бұл Қазақстан Республикасының аумағындағы барлық жер, жеке жер телімдері және т.б. [4, 7].

Қазақстандағы жер қатынастары шұғыл және өзекті мәселе. Олар ұзақ уақыт бойы қалыптасып келеді және қазіргі уақытта көп немесе аз мақұлданды. Жер реформасы ұзақ уақыт бойы жүргізіліп келеді және қазіргі уақытта Қазақстан Республикасының Үкіметі 2015 жылы жаңа Жер кодексі қабылданды, оған тағы да бірқатар өзгерістер енгізіледі. Сондықтан да осы топырақтың құнарлы қабатын су және жел эрозиясының әсерінен, басқа да экологиялық апаттардан сақтап, топырақ құнарлылығын жылдан-жылға арттыратын түрлі ауыл шаруашылық мелиоративтік шараларды қолдану қажет [5, 7].

Жамбыл облысында да жоғарыда айтылған мәселе маңызды болып саналады. Сондықтан, Жамбыл облысында орналасқан Жамбыл ауданының жер ресурстарының қазіргі кездегі жағдайын білу қызығушылық тудырып отыр.

**Зерттеудің мақсаты.** Жамбыл облысы Жамбыл ауданының жер ресурстарының қазіргі кездегі жағдайын ГАЖ-технология негізінде зерттеу.

Зерттеуді әдістемелік қамтамасыз ету мақсатты бағдарламалық тәсілдер, жүйелік және картографиялық әдістерді, құрылымдық-әрекеттік жолдар әдістемелерін және қазіргі жаңа статистикалық мәліметтерді қамтиды.

Зерттеу әдістемесінде негізгі физикалық және географиялық әдістер қолданылды: түгендеу, болжам, болжау, ұсыныстар. Ресурстық әлеуетін бағалау табиғат, табиғатты тиімді пайдалану және қорғау үшін кешенді физика-географиялық талдау қолданылды [5...7].

Геоақпараттық жүйе (ГАЖ) технологиялары – бұл табиғи және әлеуметтік-экономикалық геожүйелерді, олардың құрылымын, байланысын, динамикасын, жұмыс істеуі, кеңістік және уақыт, тіршілік, компьютерлік ғылым арқылы зерттеу негізінде географиялық мәліметтер қор мөлшерін арқылы есептеу.

Далалық зерттеулер қорытындысы бойынша Жамбыл облысы Жамбыл ауданындағы зерттеу территориясының тақырыптық картасын жасақтап, ұсынылған ГАЖ-технологияларын қолдану арқылы сандық карталар құрастыру әдістемесіне сәйкес, әрбір картаға түсіндірме жазбалар әзірлеп ГАЖ – технологияларды пайдалана отырып, сандық карталар құрастырды.

Цифрлық картаны құрудың бастапқы кезеңі ретінде ажыратылымдылығы жоғары спутниктік мәліметтерді өңдеуді атауға болады. Бұл үшін ENVI 4.0 арнайы бағдарламалық өнімдері қолданылады. Олар ГАЖ-ні экспорттау үшін әр түрлі класстарға бөле отырып, қажетті түзетулер мен кезекті жіктеулерді жүргізуге мүмкіндік береді. Мұндай өңдеуге масштабы 1:100 000 топографиялық қағаз жүзіндегі негіздер де жатады: сканерлеу мен картаға түсіруден бастап, векторизация мен мәліметтер барысын құруға дейін.

Бүгінгі күні сандық карталар мен географиялық мәліметтер базасын ArcGIS бағдарламалық өнімдері арқылы жасақтаған дұрыс, олар өз саласында мықтылар ретінде танылған. Дайын векторлық топографиялық негіздер бар болған жағдайда, барлық сандық материалдарды бірыңғай стандартқа келтіру үшін картографиялық проекцияны нақтылау қажет [5, 7].

**Зерттеу нәтижелері және оларды талдау.** Жамбыл облысы Жамбыл ауданында біз геожүйелік тәсіл мен жаңа ақпараттық технологиялардың негізінде жер ресурстарына зерттеу жүргіздік.

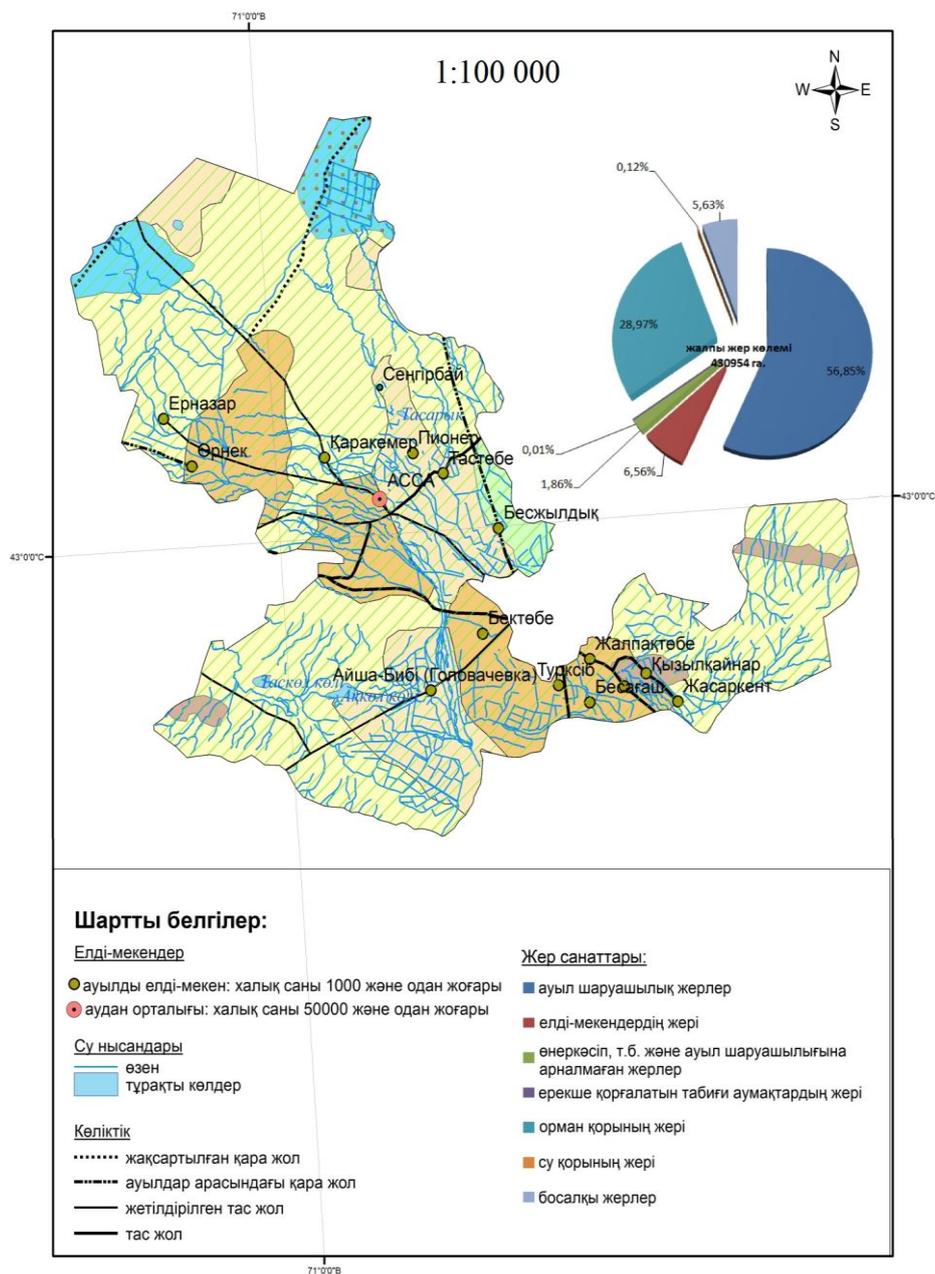
Жамбыл облысы Жамбыл ауданың жалпы аудан көлемі 430954 га. Тұрғын саны 82 058 адам. Ауданда 17 ауылдық елді мекен, біріккен 42 округі бар [9]. Аудан орталығы – Аса ауылы. Қырғыз Алатауы, Қаратау тоғысының жазығындажатыр, алаңы негізі тау етегімен. Орталық және солтүстік бөлігінде Талас ауданы – біркелкілігі аллювиалдық ерекше байқалады. Ауданның жер бедері себу және жинау, ауыл шаруашылығы дақылдарын өңдеу, қолдану қазіргі заманғы техника мен мал жаюға өте ыңғайлы. Жамбыл ауданы су ресурстары жеткілікті. Аудан жерімен Талас, Аса өзендері өтеді және Бөгеткөл, Сұлукөл, Сенгірбай, Көкіш көлдері бар. Климаты континенттік, қысы жұмсақ, жазы ыстық және құрғақ, ауаның орташа температурасы қаңтарда -10...12 °С, шілдеде -32...36 °С. Жауын-шашынның орташа мөлшері 250...400 мм [3].

Топырақ жамылғысы облыс аумағындағы әр түрлі. Тауда таулы кара қоңыр және тау етегінде сұр топырақ, ал төменгі жағалауында Шу, Талас өзендерінің, сондай-ақ шөлді депрессияларында кең тақыр таралған. Шөлде сұр-қоңыр, құм және құмдақ сұр топырақтар орналасқан.

Қазақстан Республикасының жер қоры нысаналы мақсатына сәйкес Жер Кодексі бойынша келесі санаттарға бөлінеді: 1) ауыл шаруашылығы мақсатындағы жер; 2) елді мекендердің (қалалардың, кенттер мен ауылдық елді мекендердің) жері; 3) өнеркәсіп, көлік, байланыс, ғарыш қызметі, қорғаныс, ұлттық қауіпсіздік мұқтажына арналған жер және ауыл шаруашылығына арналмаған өзге де жер; 4) ерекше қорғалатын табиғи аумақтардың жері, сауықтыру мақсатындағы, рекреациялық және тарихи-мәдени мақсаттағы жер; 5) орман қорының жері; 6) су қорының жері және 7) босалқы жер [7, 9].

2018 жылдың 1 қарашасындағы жағдай бойынша Жамбыл облысының жер қоры 14426,4 мың гектарды құрады. Оның ішінде ауыл шаруашылық мақсатындағы жерлер 4448,3 мың гектар; елді мекендердің жерлері 463,1 мың гектар; өнеркәсіп, көлік, байланыс, қорғаныс мақсатындағы жерлері – 152,5 мың гектар; ерекше қорғалатын табиғи аумақтардың жерлері – 12 мың гектар; орман қорының жерлері – 4430,7 мың гектар; су қорының жерлері – 335,9 мың гектарға тең. Босалқы жерлер – 2094,6 мың гектарды алып жатыр.

2018 жылдың 1 қарашасындағы жағдай бойынша Жамбыл облысы Жамбыл ауданының жер қоры 430954 гектарды құрады (сурет 1, кесте 1).



Сур. 1. Жамбыл облысы Жамбыл ауданы жер қоры бойынша картасы.

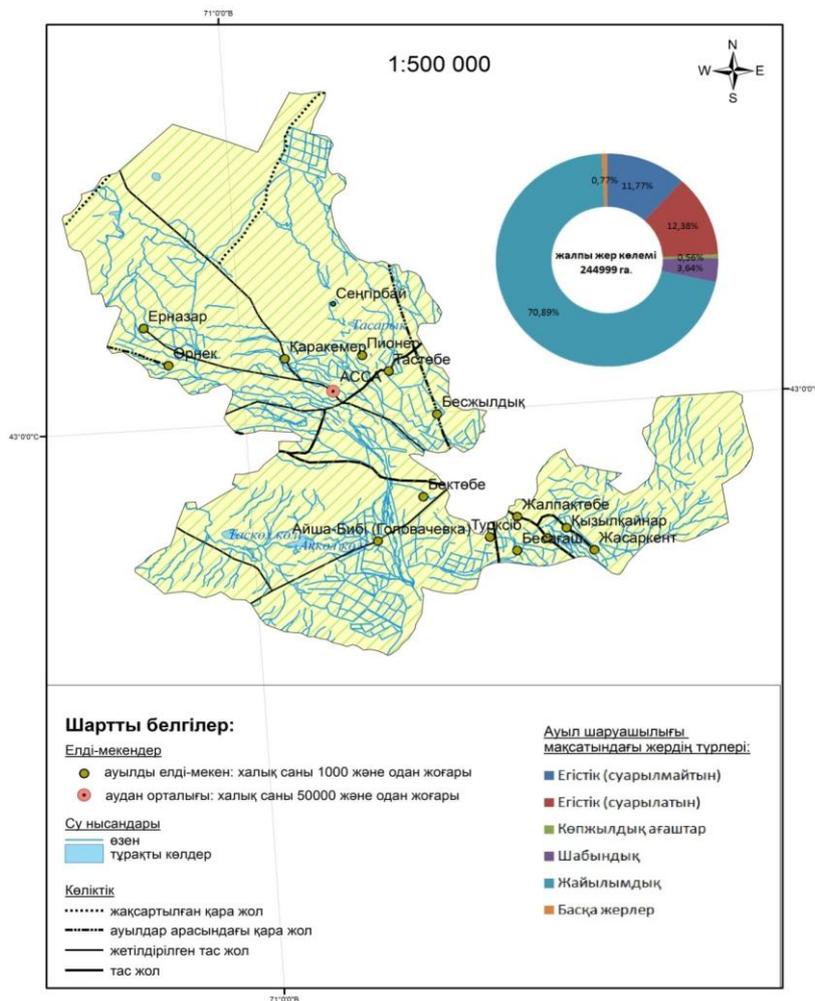
## Жамбыл облысы Жамбыл ауданының жер ресурстары

Жер санаттары	Көлемі, га
Ауыл шаруашылық жерлер	244999
Елді мекендердің жері	28257
Өнеркәсіп, көлік, байланыс, ғарыш қызметі, қорғаныс, ұлттық қауіпсіздік мұқтажына арналған жер және ауыл шаруашылығына арналмаған өзге де жер	8007
Ерекше қорғалатын табиғи аумақтардың жері, сауықтыру мақсатындағы, тарихи-мәдени жер	32
Орман қорының жері	124852
Су қорының жері	532
Босалқы жерлер	24275
Ауданның жалпы территориясы	430954

Ауыл шаруашылығының қажеттері үшін берілген немесе осы мақсаттарға арналған жер ауыл шаруашылығы мақсатындағы жер деп танылады. Ауыл шаруашылығы алқаптары айрықша қорғалуға жатады. Бұл жерлерді ауыл шаруашылығы өндірісіне байланысты емес мақсаттарға пайдалануға ерекше жағдайларда жол беріледі. Ауыл шаруашылығы алқаптарына егістіктер, тыңайған жер, көп жылдық екпелер егілген жер, шабындықтар мен жайылымдар (кесте 2, сурет 2) жатады.

## Жамбыл облысы Жамбыл ауданының ауыл шаруашылығы мақсатындағы жерлері

Ауыл шаруашылық жерлердің түрлері	Көлемі	
	га	%
Егістік (суарылмайтын)	28830	11,77
Егістік (суарылатын)	30333	12,38
Көпжылдық ағаштар	1364	0,56
Шабындық	8906	3,64
Жайылымдық	173691	70,89
Басқа жерлер	1875	0,77
Барлығы	244999	100



Сур. 2. Жамбыл облысы Жамбыл ауданы ауыл шаруашылығы мақсатындағы жерлердің картасы.

2018 жылдың жағдайы бойынша Жамбыл облысы Жамбыл ауданның елді мекендердің жер көлемі 28257 гектарды құрады (3 кесте).

Кесте 3

Жамбыл облысы Жамбыл ауданының елді мекендердің жерлері

Жалпы көлемі	Егістік		Көп жылдық егпелер	Шабындық	Жайылымдық	Барлығы а/ш алқаптары
	барлығы	суармалы				
28257	3462	2285	233	207	20593	24495

Жамбыл облысы Жамбыл ауданның өнеркәсіп, көлік, байланыс, ғарыш қызметі, қорғаныс, ұлттық қауіпсіздік мұқтажына арналған жер және ауыл шаруашылығына арналмаған өзге де жерлері.

2018 жылдың жағдайы бойынша Жамбыл облысы Жамбыл ауданның өнеркәсіп, көлік, байланыс, ғарыш қызметі, қорғаныс, ұлттық қауіпсіздік мұқтажына арналған жер және ауыл шаруашылығына арналмаған өзге де жерлері 8007 гектарды құрады. Ауданның өнеркәсіп, көлік, байланыс, ғарыш қызметі, қорғаныс, ұлттық қауіпсіздік мұқтажына арналған жер және ауыл шаруашылығына арналмаған өзге де жерлерінің ішіндегі барлық егістік жерлері 148 гектар; суарылатын егістік жерлері – 18 гектар; көп жылдық ағаштар өсіретін жерлері – 41 гектар; шабындық жерлері – 5 гектар; жайылымдық жерлері – 4055 гектарға тең, басқа жерлер – 3758 гектарды алып жатыр.

Ең көне археологиялық ескерткіштері б.з.д. VI...XII ғасырларды қамтиды. Қазіргі уақытта ауданда 89 археологиялық ескерткіш, 1 ескерткіш, 17 тарихи нысан орналасқан [9]. Олар 32 гектар жерді алып жатыр. Олардың қатарында әлемге әйгілі кесенелер – Айша бибі және Бабаджа Хатун кесенелері бар (кесте 4).

Кесте 4

Жамбыл облысы Жамбыл ауданының ерекше қорғалатын табиғи аумақтардың жерлері

Жалпы көлемі	Егістік		Көп жылдық егпелер	Шабындық	Жайылымдық	Барлығы а/ш алқаптары	Басқа жерлер
	барлығы	суармалы					
32	–	–	–	–	–	–	–

2018 жылдың жағдайы бойынша Жамбыл облысы Жамбыл ауданның орман жер қоры жерлері 124852 гектарды құрады (кесте 5).

Кесте 5

Жамбыл облысы Жамбыл ауданының орман жер қоры

Жалпы көлемі	Егістік		Көп жылдық егпелер	Шабындық	Жайылымдық	Барлығы а/ш алқаптары	Басқа жерлер
	барлығы	суармалы					
124852	51	51	–	–	123147	123198	–

Жамбыл облысы Жамбыл ауданның су қорының жерлері. Су айдындары (өзендер және олармен теңдестірілген каналдар, көлдер, су

қоймалары, тоғандар мен басқа да ішкі су айдындары, аумақтық сулар), мұздықтар, батпақтар, су көздерінде орналасқан, ағысты реттейтін су шаруашылығы құрылыстары алып жатқан жер, сондай-ақ көрсетілген су объектілерінің су күзет белдеулеріне және ауыз сумен қамтамасыз етудің бас саға жүйелерін санитарлық күзет аймақтарына бөлінген жер су қорының жері (кесте 6) деп танылады.

Кесте 6

Жамбыл облысы Жамбыл ауданының су қорының жерлері

Жалпы көлемі	Егістік		Көп жылдық егпелер	Шабындық	Жайылымдық	Барлығы а/ш алқаптары	Басқа жерлер
	барлығы	суармалы					
532	–	–	–	–	–	–	–

Жамбыл облысы Жамбыл ауданның босалқы жерлері. Босалқы жер құрамына келесі жерлер жатады:

– Меншікке немесе жер пайдалануға берілмеген, аудандық атқарушы органдардың қарамағындағы барлық жер босалқы жер болып табылады.

– Ядролық қару сынақтары жүргізілген жер учаскелері Қазақстан Республикасы Үкіметінің шешімімен босалқы жер құрамына ауыстырылады. Аталған жердің құқықтық режимі осы Кодекстің 143-бабына сәйкес айқындалады [7].

2018 жылдың жағдайы бойынша Жамбыл облысы Жамбыл ауданның босалқы жерлер қоры 24275 гектарды құрады. Босалқы жерлер қорының ішіндегі барлық егістік жерлері 1365 гектар; суарылатын егістік жерлері – 287 гектар; шабындық жерлері – 334 гектар; жайылымдық жерлері – 17829 гектарды алып жатыр.

Босалқы жерді беру. Босалқы жер ауыл шаруашылығының, жекеше орман өсірудің, өнеркәсіптің мұқтажы және өзге де мақсаттар үшін осы Кодексте белгіленген тәртіппен және жағдайларда меншікке немесе жер пайдалануға беріледі. Босалқы жерді басқа санаттарға ауыстыру оны меншікке немесе жер пайдалануға берумен бір мезгілде жүргізіледі.

Жердің белсенді нарықтық айналымын ынталандыру және жер қорының экономикалық қайтарымдылығын арттыру мақсатында «Қазақстан Республикасының Жер кодексіне өзгерістер мен толықтырулар

енгізу туралы» 2015 жылғы 2 қарашадағы Қазақстан Республикасының Заңымен Жер кодексіне бірқатар өзгерістер енгізілді.

Сондықтан да, агрометеорологиялық жағдайды ескере отырып, Жамбыл облысы Жамбыл ауданның экожүйелеріндегі топырақ жамылғысының құнарлылығының көрсеткіштері арқылы су, ауа және қорек жүргілерін тиімді пайдаланып ауылшаруашылық дақылдарының (дәнді, отамалы, бақша, көкөніс және жеміс-жидек дақылдар) өнімділігін арттыруға болады.

Жамбыл облысы Жамбыл ауданының жер қорының санаттары бойынша және ауыл шаруашылығы мақсатындағы жерлеріне байланысты ГАЖ-технологиялар негізінде ауданың жер қоры бойынша картасы және ауданың ауыл шаруашылығы мақсатындағы жерлердің картасы құрастырылды.

#### ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Алтаев Ж. ГИС и земельный кадастр Казахстана [Электрон. ресурс]. // ArcReview, 2003. – № 2 (25) – URL: [http://dataplus.ru/Arcrev/Number\\_25/2\\_Kazah.htm](http://dataplus.ru/Arcrev/Number_25/2_Kazah.htm).
2. Закон Республики Казахстан «О земле». Казахстанская правда, 31 января, 2001.
3. Омаш С.Б., Баймаганбетов Б.У., Бимендина Г.А. и др. Сводный аналитический отчет о состоянии и использовании земель в Республике Казахстан за 2018 г. // Астана: Агентство по управлению земельными ресурсами РК, 2018. – 275 с.
4. Оспанов А., Дюсенбеков З. Земельные ресурсы и земельная реформа в Республике Казахстан. // Астана. АУЗР, 2001. – 352 с.
5. Салихов Т.Қ. ГИС-картографирование почвенного покрова Ардакского сельского округа Западно-Казахстанской области // Гидрометеорология и экология. – 2018. – № 2. – С. 155-163.
6. Салихов Т.К. Лубен ауылдық округінің геоэкожүйелеріндегі топырақ жамылғысының қазіргі кездегі жағдайы // Вестник Национального ядерного центра Республики Казахстана. – 2017. – № 1. – С. 113-119.
7. Салихов Т.Қ. Топырақтану: оқулық /Алматы: «Эверо» баспасы, 2016.– 457 бет.
8. Салихов Т.К. Физические свойства почвенного покрова геоэкоэко систем Зерендинского сельского округа // Гидрометеорология и экология. – 2016. – № 3. – С. 133-140.

9. Статистический ежегодник области. – Жамбыл: Управление статистики Жамбылской области, 2018. – 167 с.

Қабылданды: 07.09.2018

Канд. с.-х. наук

Т.К. Салихов

А.К. Жолдасова

## **ИЗУЧЕНИЕ ЗЕМЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ ЖАМБЫЛСКОГО РАЙОНА ЖАМБЫЛСКОЙ ОБЛАСТИ НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ ГИС- ТЕХНОЛОГИЙ**

**Ключевые слова:** земельные ресурсы, геоинформационные системы, земельный фонд, категория земель, почвенный покров, земли сельскохозяйственного назначения, земли населенных пунктов, земли особо охраняемых природных территорий, земли лесного и водного фонда, земли запаса

*Рациональное использование земельных ресурсов, прежде всего, регулирование земельных отношений, связанных с сельским хозяйством, является одной из проблем сельского хозяйства. Его решение состоит в том, чтобы максимально задействовать сельскохозяйственные угодья, расширить площади высокоплодородных земель, повысить интенсивное использование и окультуриванность земледелия, а также активно бороться с эрозией почвы и другими негативными процессами снижающие земельное плодородие. В связи с этим земельные отношения в Казахстане являются очень интересным и актуальным вопросом. В результате исследования Жамбылского района Жамбылской области рассчитали площадь земельного фонда исследуемой территории, разработали тематическую карту в соответствии с методологией создания цифровых карт, составив пояснительные примечания для каждой карты. Цифровые карты составлены с использованием ГИС-технологий.*

T. Salikhov, A. Zholdasova

## **STUDY ON LAND RESOURCES OF ZHAMBYL DISTRICT OF ZHAMBYL REGION ON THE BASIS OF GIS-TECHNOLOGIES**

**Key words:** land resources, geographic information systems, land fund, land category, soil cover, agricultural land, land of settlements, land of specially protected natural areas, land of forest and water fund, reserve land

*Rational use of land resources, primarily the regulation of land relations related to agriculture, is one of the problems of agriculture. Its solution is to maximize the use of agricultural land, expand the area of highly fertile land, increase the intensive use and cultivation of agriculture, as well as actively combat soil erosion and other negative processes that reduce land fertility. In this regard, land relations in Kazakhstan are a very interesting and topical issue. As a result of the study of Zhambyl district of Zhambyl region calculated the area of land Fund of the study area, developed a thematic map in accordance with the methodology of creating digital maps making explanatory notes for each map and made digital maps using GIS technology.*

УДК 912.43:911.5

PhD  
PhDЖ.О. Озгелдинова<sup>1</sup>  
Ж.Т. Мукаев<sup>2</sup>  
Г.Т. Оспан<sup>1</sup>**ОЦЕНКА ПОТЕНЦИАЛА УСТОЙЧИВОСТИ ГЕОСИСТЕМ В УСЛОВИЯХ АНТРОПОГЕННЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ (НА ПРИМЕРЕ БАССЕЙНА РЕКИ САРЫСУ)**

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

*В работе представлены результаты оценки устойчивости геосистем в условиях антропогенных воздействий. Усовершенствована и адаптирована методика оценки потенциала устойчивости геосистем к антропогенным воздействиям. Данная методика имеет универсальный характер и может послужить модельной для совершенствования метода исследования, ориентированного на решение задач практики природопользования. Интегральная оценка устойчивости геосистем бассейна реки Сарысу к антропогенному воздействию на основе выявления ландшафтообразующих факторов геосистем позволила их дифференцировать на 5 классов, требующих разных подходов при разработке оптимальной структуры природопользования. Составлена карта устойчивости геосистем бассейна реки Сарысу к антропогенному воздействию.*

**Введение.** Вопрос об устойчивости геосистем становится все более актуальным в связи увеличением темпа развития хозяйственной деятельности человека. Для дальнейшего увеличения роста производства необходимо изучение геосистем и прогнозирования их состояния при оказанном внешнем воздействии. Осуществление прогноза возможно только в устойчивых равновесных системах.

---

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

<sup>2</sup>Семипалатинский государственный университет им. Шакарима, г. Семипалатинск, Казахстан

Понятие устойчивости природных систем в физической географии можно определить, как способность сопротивляться внешним воздействиям (естественным и антропогенным) и возможности восстановления после снятия нагрузок [19, 13, 22, 12, 10]. Согласно В.В. Сочаве [22], все динамические изменения, происходящие в пределах одного инварианта, т.е. качественно неизменного состояния, служат выражением устойчивости геосистемы, так как они свидетельствуют о ее способности возвращаться к исходному положению. В геохимии ландшафтов значительная роль отводится изучению устойчивости геосистем к техногенному загрязнению и способности их к самоочищению от продуктов техногенеза [6, 7, 5, 9, 21]. Под устойчивостью геосистем к техногенезу М.А. Глазовская [8] понимает в основном их способность к самоочищению, обусловленную скоростью трансформации техногенных веществ и выноса их за пределы геосистем. Во многом эта способность обеспечивается совместимостью природных и техногенных потоков вещества [21].

Исследование устойчивости геосистем бассейна реки Сарысу обусловлено всевозрастающим антропогенным воздействием на ее природную среду. Преобразование естественных природных ландшафтов в исследуемой территории связано с сырьевой направленностью ее экономики. В связи с этим, актуальность исследования выбранной территории определяется необходимостью получения новой ландшафтно-экологической информации, необходимой для формирования дальнейшей стратегии природопользования бассейна реки Сарысу.

**Методика.** Различают потенциальную и реальную устойчивость ландшафта. Первое понятие относится к естественному (ненарушенному) состоянию, второе – к современному, вобравшему в себя все наслоения, накопившиеся за историю человеческого воздействия. Но нужно отметить, что отправной точкой, как для оценки современной устойчивости геосистемы, так и для прогнозных разработок должен служить исходный вариант, который рассматривается в качестве объекта базовой классификации ландшафтов по признаку их устойчивости.

Выделяются разные типы устойчивости: геохимическая – способность к самоочищению от продуктов загрязнения; биологическая – оценка восстановительных и защитных свойств растительности; противозрозионная; интегральная – устойчивость ко всему комплексу антропогенных воздействий [4].

Нами устойчивость ландшафтов рассматривается, как способность

сохранять свою структуру и функционирование при антропогенных воздействиях. При интегральной оценке устойчивости ландшафтов к антропогенному воздействию нами использовались принципы оценки устойчивости, предложенные Глазовской М.А. [11], Башкиным В.Н., Евстафьевой Е.В. [2], Орловой И.В. [15, 16], Антюфеевой Т.В. [1] (табл. 1). Принципы оценки устойчивости основаны на методах нормирования показателей с последующим их суммированием по балльной системе, что позволяет получить интегральную оценку устойчивости. Устойчивость геосистем к антропогенному воздействию охарактеризована показателями, приведенными в таблице 1, при этом мы избегали использования взаимосвязанных величин, предпочитая тот показатель, который в наибольшей степени характеризует рассматриваемый процесс. Автор отдает себе отчет в том, что данная оценка устойчивости геосистем к антропогенным воздействиям представляет собой лишь один из возможных практических подходов, которому еще предстоит многое пройти.

Характерные черты рельефа дают представление о возрасте, стадии развития геосистемы, степени соответствия эндогенных и экзогенных процессов. Наибольшая степень устойчивости характерна плоскими, ровными, слабоволнистыми и пологохолмистыми поверхностями, наименьшая – холмистыми.

Крутизна склона имеет важное значение для устойчивости геосистемы, поскольку с ее увеличением усиливается поверхностный сток, увеличивающий риск механического сноса твердых частиц и, как следствие, развивается почвенная эрозия. Также, крутизна склона влияет на скорость прироста гумусового горизонта почвы. Крутизна склонов геосистем определялась средствами стандартного инструментария ArcGIS 10.1, используя цифровую модель рельефа Aster Dem (30 м) [24].

Основными климатическими факторами, определяющими энергетику процессов в геосистеме являются: радиационный баланс, степень увлажнения, ветровой режим.

Радиационный баланс определяет энергетику основных биогенных и абиогенных процессов в геосистеме. По М.А. Глазовской [7], радиационный баланс определяет скорость и направление химических превращений техногенных продуктов. Большим его значениям соответствует и максимальная устойчивость геосистемы [8].

Таблица 1

Шкала балльной оценки потенциала устойчивости ландшафтов к антропогенным воздействиям (составлено по материалам Глазовской М.А. [8], Башкина В.Н., Евстафьева Е.В. [2], Орловой И.В. [15, 16], Антюфеева Т.В. [1])

Показатель	Баллы устойчивости				
	1 балл	2 балла	3 балла	4 балла	5 баллов
Характер рельефа	холмистый	холмисто-увалистый	пологохолмистые	ровный и слабоволнистый	плоский
Радиационный баланс, ккал/см <sup>2</sup> год	5...10	11...20	21...30	31...50	более 50
Радиационный индекс сухости	менее 0,45 или более 3	–	1,01 или 3,00	–	0,45...1,00
Ветровой режим (количество дней с сильными ветрами)	более 51	–	21...50	–	менее 20
Крутизна склона, в °	более 20	5,1...20	3,1...5	1,1...3	0...1
Геохимическое положение	аккумулятивное	–	транзитное	–	элювиальное
Степень естественной дренированности	крайне слабодренированная	слабодренированная	слабодренированная	дренированная	интенсивно дренированная
Степень гидроморфности почв	гидроморфные	–	полугидроморфные	–	автоморфные
Механический состав почвы	песок	супесь	легкий суглинок	средний суглинок	тяжелый суглинок
Мощность гумусового горизонта, см	менее 3	3...10	10,1...25	25,1...80	более 80
Содержание гумуса в слое 0...20 см, в %	менее 2	2,0...4,0	4,1...6,0	6,1...9,0	более 9,0
Кислотность почвенного раствора (рН)	сильнокислая (4,5 и менее) или сильнощелочная (8,5 и более)	кислая (4,5...5,0) или щелочная (7,5-8,5)	слабокислая (5,0...5,5) или слабощелочная (7,0-7,5)	близкая к нейтральной (5,5...6,0)	нейтральная (6,0...7,0)
Степень засоленности (содержание солей в верхнем горизонте, в %)	очень сильная и сильная (0,6)	средняя (0,3...0,6)	слабая (0,2...0,3)	очень слабая (0,15...0,2)	не засолены (менее 0,15)
Емкость катионного обмена, мг.экв/100 г. почвы	менее 10	10-20	21-30	31-40	более 40
Тип водного режима	десуктивно-выпотной	выпотной	непромывной	периодический промывной	промывной
Покрытая растительностью площадь, %	менее 20	20...40	41...60	61...90	более 90

Ветровой режим выступает как фактор рассеивания техногенных веществ в воздухе; фактором эоловых процессов, определяются адаптационные свойства биоты. В данной работе для оценки устойчивости геосистем в качестве показателей ветрового режима использовано количество дней с сильными ветрами за год.

Степень естественной дренированности геосистемы характеризует процесс накопления или вымывания различных техногенных веществ. Естественная дренированность геосистем рассчитана с учетом морфометрических показателей бассейна по формуле разработанной И.Н. Углановым [23]. Составлена классификация естественной дренированности с учетом уже существующих классификаций, но с некоторыми изменениями: Р 0,01...0,2 – весьма слабо дренированные; Р 0,2...1 – слабо дренированные; Р 1...3 – средне дренированные; Р 3...10 – хорошо дренированные; Р 10 и более – интенсивно дренированные.

Важным фактором оценки устойчивости геосистемы к антропогенным нагрузкам является его геохимическое положение, которое определяет характер и интенсивность миграционных потоков. При оценке данного показателя основывались на классификации типов ландшафтов М.А. Глазвской [8, 9]. Геохимически-автономные ландшафты обладают наибольшей устойчивостью, чем геохимически-подчиненные (транзитные) ландшафты. Наименьшей устойчивостью обладают аккумулятивные ландшафты, расположенные в зонах накопления всех поступающих извне веществ.

Узловое положение среди компонентов геосистем занимает почва. При оценке устойчивости ландшафтов к антропогенным воздействиям нами учитывались следующие почвенно-геохимические показатели: механический состав почв, мощность гумусового горизонта, степень кислотности почв и емкость катионного поглощения.

Важным для пористости, воздухо- и водопроницаемости, гидроскопичности, поглотительной способности, температурного режима почв является его механический состав [11]. Суглинок и тяжелый суглинок обладает наилучшими вышеперечисленными показателями, чем песок и супесь.

Мощность гумусового горизонта определяет уровень устойчивости почвы к различным физическим и механическим воздействиям, к эрозионным и дефляционным процессам [20]. В гумусе накапливаются многие химические элементы, соответственно, чем больше в почве гумуса,

тем выше содержание микроэлементов [14]. Также содержание гумуса в почве в значительной степени определяет поглотительную способность почв. Почвы с высоким содержанием гумуса способны в значительной степени противодействовать внешним воздействиям.

В зависимости от степени кислотности, почвы по-разному реагируют на продукты загрязнения.

Емкость катионного обмена (ЕКО) – количество поглощенных оснований и ионов водорода – является исключительно важной почвенной характеристикой. ЕКО складывается из поглотительной способности гумусовых веществ, минеральных частиц почвы, а также входящих в ее состав микроорганизмов. В зависимости от количества и состава обменных ионов почвы обладают буферностью, а, следовательно, различной устойчивостью к внешним воздействиям [13].

Тип водного режима определяет интенсивность выноса веществ за пределы геосистемы, степенью рассеяния их поверхностным, подземным стоком и воздушными потоками, которая в значительной мере характеризует геохимическую устойчивость почв. При оценке данного показателя основывались на классификации типов водного режима Г.Н. Высоцкого и А.А. Роде [18]. Промывной тип способствует выносу продуктов техногенеза; при выпотном, десуктивно-выпотном – продукты загрязнения аккумулируются в почвенном профиле.

Ряды увлажнения почв геосистем характеризуют геохимическую устойчивость, которая в значительной мере определяет интенсивность миграции химических веществ и зависит от положения в рельефе и особенностям увлажнения.

Растительный покров также способствует уменьшению деградации почвенного покрова от эрозионных процессов. Геосистемы, покрытые растительностью, с большими значениями величины территорий, более устойчивы к внешним воздействиям, чем территории, лишенные ее.

Интегральная оценка устойчивости геосистем к антропогенному воздействию получена суммированием оценок проанализированных параметров. Итоговая интегральная оценка рассчитана по формуле (1) И.В. Орловой [16]:

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

где,  $C$  – оценка устойчивости геосистемы к антропогенным воздействиям, %;  $Cg$  – балл по каждому показателю;  $Q$  – максимально возможная сумма

баллов;  $g$  – порядковый номер показателя;  $n$  – количество показателей.

В результате были выделены следующие группы геосистем, где градация проводилась на основе общей суммы баллов (%): относительно устойчивые геосистемы – 100...90, средне устойчивые – 90...80, слабо устойчивые – 80...70, весьма слабо устойчивые – менее 70.

**Результаты обсуждения.** Для оценки устойчивости геосистем нами были изучены фондовые материалы геологических, геоморфологических, гидрогеологических, почвенных исследований, данные метеослужб, картографический материал (табл. 2).

На основе собранных материалов, нами была составлена карта устойчивости геосистем бассейна реки Сарысу к антропогенному воздействию (рис. 1).

На основе интегральной оценки устойчивости нами было определено, что геосистемы, обладающие наибольшей устойчивостью (12, 14, 25, 26, 27, 33, 35, 57 на рисунке) занимают 19,69 % от территории бассейна. В геохимическом отношении ландшафты занимают элювиальное положение, преобладает холмистый либо полого склонный рельеф с различными уклонами поверхности (преимущественно 2...6°). Геосистемы характеризуются сравнительно благоприятными термическими и гидротермическими условиями. Преобладают средне- и тяжелосуглинистые автоморфные почвы, характеризующиеся непромывным водным режимом, отсутствием засоления, нейтральной, либо близкой к нейтральной, реакцией почвенного раствора. Содержание гумуса в слое 0...20 см составляет в среднем 2,3 %, мощность гумусового горизонта 12...38 см. Емкость катионного поглощения в среднем составляет 16...17 мг.-экв./100 г почвы. Покрытая растительностью площадь в среднем составляет 70...75%.

Геосистемы получившие среднюю степень устойчивости занимают 35,68 % от территории бассейна (1, 2, 3, 4, 7, 10, 13, 15, 16, 18, 19, 21, 29, 31, 45, 49, 55, 55 б, 55 в на рисунке). В большинстве это холмистые и мелкосопочно-увалистые слаборасчлененные низкогорные поверхности. В геохимическом отношении геосистемы занимают элювиальное положение, с различными уклонами поверхности (преимущественно 0...5°) и низкогорный (4...21°). Преобладают средне- и легкосуглинистые автоморфные почвы, характеризующиеся непромывным водным режимом, очень слабым засолением, нейтральной, либо близкой слабокислой и слабощелочной реакцией

почвенного раствора. Содержание гумуса в слое 0...20 см составляет в среднем 2,1 %, мощность гумусового горизонта – 15...20 см. Емкость катионного поглощения в среднем составляет 15...16 мг.-экв./100 г почвы. Плоские пологоувалистые равнины практически полностью распаханы, а мелкосопочно-увалистые низкогорья обладают средней степенью проективного покрова растительностью.

Геосистемы, обладающие слабой степенью устойчивости составляют 41,26 % от территории бассейна (5, 8, 9, 11, 17, 24, 28, 30, 32, 34, 36, 42, 43, 50, 51 на рисунке). В геохимическом отношении геосистемы занимают транзитное и аккумулятивное положение, преобладает плоский рельеф с уклонами поверхности преимущественно 2°. Преобладают полугидроморфные легкосуглинистые и супесчаные почвы, характеризующиеся выпотным водным режимом, средним засолением, щелочной реакцией почвенного раствора. В зависимости от типа почв меняется содержание гумуса в слое 0...20 см размах в значениях достигает 10,5 и составляет 1,5...12 %, мощность гумусового горизонта – 10...11 см. Емкость катионного поглощения в среднем составляет 15 мг.-экв./100 г почвы. Покрытая растительностью площадь в среднем составляет 55...65 %.

Последняя группа геосистем (46...48 на рисунке) определена степенью весьма слабой устойчивости к антропогенным воздействиям. Они представлены бугристо-грядовыми эоловыми равнинами с житняково-белоземельнопопынной и терескеновой растительностью на песках с участием пойменных луговых почв. В геохимическом отношении геосистемы занимают аккумулятивное положение, преобладает плоский рельеф с уклонами поверхности преимущественно 0...2°. Песчаные гидроморфные почвы характеризуются десуктивно-выпотным водным режимом, средним засолением, щелочной реакцией почвенного раствора. Содержание гумуса в слое 0...20 см составляет в среднем 0,3...0,4 %, мощность гумусового горизонта – 5...7 см, емкость катионного поглощения 16...17 мг.-экв./100 г почвы, средняя покрытая растительностью площадь составляет 25...30 %.

Было установлено, что степень устойчивости геосистем к внешним воздействиям определяется контрастностью ландшафто-формирующих процессов. В целом же, на территории исследования преобладают геосистемы со слабой степенью устойчивости (41,26 %) и со средней степенью устойчивости (35,68 %).

Таблица 2

Показатели устойчивости геосистем бассейна реки Сарысу к антропогенному воздействию (фрагмент, показателей 1...4 ландшафтов из 58)

№ ландшафтов по карте (рисунок)	Радиационный баланс, ккал/см <sup>2</sup> год	Радиационный индекс сухости	Ветровой режим (количество дней с сильными ветрами)	Характер рельефа	Крутизна склона, в градусах	Степень естественной дренированности	Геохимическое положение	Механический состав почвы	Мощность гумусового горизонта, см	Содержание гумуса в слое 0-20 см, в %	Кислотность почвенного раствора (рН)	Степень засоленности (содержание солей в верхнем горизонте, в %)	Емкость катионного поглощения, мг.экв/100 г. почвы	Тип водного режима	Степень гидроморфности почв	Покрывающая растительностью площадь, %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	29,01	5,2	13	Гривово-холмистый	3,5	0,008	элювиальное	легкий суглинок	9...10	2,3	8,2	0,09	17,5	непромывной	автоморфные	30
2	28,68	4,7	26	грядово-куполовидный	3,9	0,0007	элювиальное	легкий суглинок	9...10	2,4	7,8	0,04	13	непромывной	автоморфные	65
3	29,06	4,9	13	гривово-холмистый	2,9	0,008	элювиальное	легкий суглинок	9...10	2,1	7,6	0,04	13	непромывной	автоморфные	70
4	29,01	5,2	13	гривистый	3,5	0,008	элювиальное	легкий суглинок	9...10	2,3	8,2	0,09	17,5	непромывной	автоморфные	30

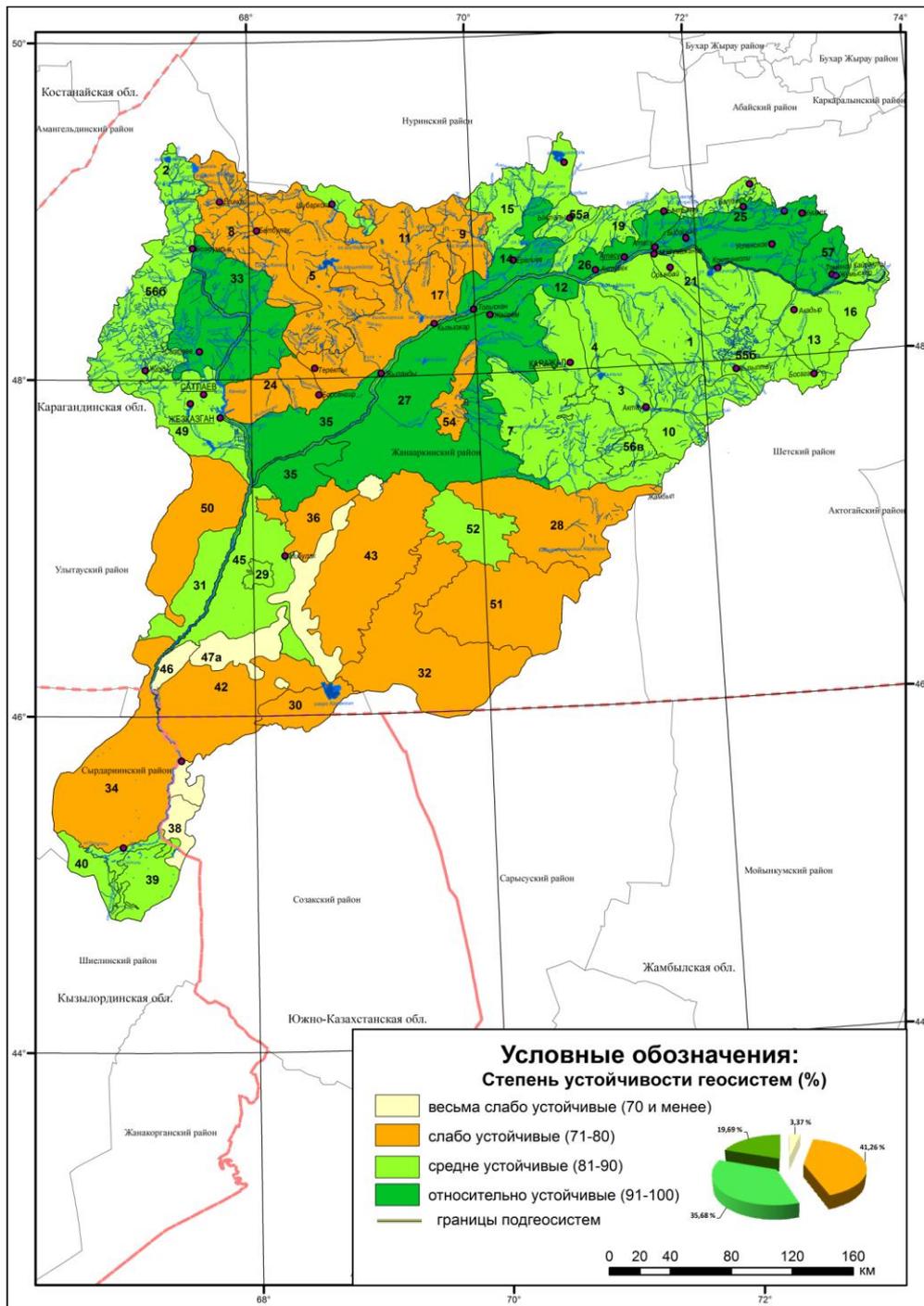


Рис. Карта устойчивости геосистем бассейна реки Сарысу к антропогенному воздействию.

Необходимо отметить, что именно совокупность рассмотренных показателей может наиболее объективно отразить степень устойчивости геосистем к антропогенным воздействиям. Принятые за основу показатели позволяют пространственно увязать хозяйственную деятельность с их устойчивостью, и дают возможность регулирования структуры природопользования, определения размещения объектов хозяйственной деятельности, т.е. планировочного решения вопроса уменьшения отрицательного эффекта воздействия за счет знания устойчивости геосистемы.

В дальнейшем сведения о геосистемах, полученные при оценке устойчивости, будут интерпретированы с позиции прикладной географии для разработки оптимальной структуры природопользования, которая включает в себя сведения о состоянии потенциала устойчивости геосистем к антропогенным воздействиям и степени антропогенной нагрузки на геосистемы. Устойчивость при этом рассматривается как особый природный ресурс, поскольку ассимиляционная способность природной среды по отношению к выбросам вещества и энергии в результате антропогенной деятельности может служить одним из критериев определения природоохранной политики. При этом считается, что оптимальная структура природопользования не приводит к негативным последствиям, не снижает средо- и ресурсоформирующие свойства геосистем, и, наоборот, несовершенная структура природопользования, сформированная без учета ландшафтных особенностей территории, ведет к нарушению и деградации.

**Выводы.** На основе проведенных нами исследований и полученных результатов можно сделать следующие выводы:

1. Усовершенствована и адаптирована методика оценки потенциала устойчивости геосистем к антропогенным воздействиям. Данная методика имеет универсальный характер и может послужить модельной для совершенствования методов исследования, ориентированных на решение задач практики природопользования.
2. Территория бассейна реки Сарысу относится к полупустынным и пустынным ландшафтам с малой биологической информацией, ослабленным водными связями, но с интенсивными прямыми воздушными связями. Геосистемы бассейна обладают совокупностью природных факторов, усиливающих процессы загрязнения геосистем. Все это уменьшает централизацию, упорядоченность, самоорганизацию и

устойчивость ландшафта.

3. Проведенная интегральная оценка степени устойчивости природных комплексов к антропогенным воздействиям на основе выявления ландшафтообразующих факторов геосистем позволила выявить ландшафты с различными потенциалами устойчивости (от относительно устойчивых до весьма слабо устойчивых), требующих разных подходов при разработке оптимальной структуры природопользования. Составлена карта устойчивости геосистем бассейна реки Сарысу к антропогенному воздействию.

4. Исследования подтвердили, что геосистемы с высокой степенью устойчивости к антропогенным воздействиям приурочены к стоку реки Сарысу в верхнем течении, занимающие в геохимическом отношении элювиальное положение и характеризующиеся сравнительно благоприятными термическими и гидротермическими условиями. А геосистемы, приуроченные к зоне распластывания стока, занимающие в геохимическом отношении аккумулятивное положение, обладают низкой степенью устойчивости.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Антюфеева Т.В. Антропогенная трансформация природных комплексов в горнорудных районах: ): Автореф. дис. ... канд. геогр. наук / Алтайский государственный университет. – Барнаул, 2004. – 20 с.
2. Башкин В.Н., Евстафьева Е.В., Снакин В.В., Семенов Ю.М., Кочуров Б.И. и др. Биогеохимические основы экологического нормирования. – М.: Наука, 1993. – 312 с.
3. Будыко М.И. Эволюция биосферы. – Л.: Гидрометеиздат, 1984. – 488 с.
4. Василевская В.Д., Калишева О.В., Копчик Г.Н. Устойчивость почв ближнего Подмосковья к антропогенным воздействиям // Вестник Моск. ун-та. Серия Почвоведение. – 1997. – № 3. – С. 3-6.
5. Волкова В.Г., Давыдова Н.Д. Техногенез и трансформация ландшафтов. – Новосибирск: Наука, 1987. – 120 с.
6. Глазовская М.А. Геохимия природных и техногенных ландшафтов СССР. – М.: Высшая школа, 1988. – 327 с.
7. Глазовская М.А. Ландшафтно-геохимические системы и их устойчивость к техногенезу // В кн.: Биогеохимические циклы в биосфере. – М.: Наука, 1976. – С. 99-118.

8. Глазовская М.А. Методологические основы оценки эколого-геохимической устойчивости почв к техногенным воздействиям. – М.: Изд-во МГУ, 1997. – 102 с.
9. Глазовская М.А. Принципы классификации природных геосистем по устойчивости к техногенезу и прогнозное ландшафтно-геохимическое районирование // Устойчивость геосистем: сб. статей. – М.: Наука, 1983. – С. 61-78.
10. Дашкевич З.В. К проблеме устойчивости геосистем // Известия ВГО. – 1984. – Т. 116. – Вып. 3. – С. 211-218.
11. Добровольский В.В. География почв с основами почвоведения: учебник для вузов. – М.: Высшая школа, 1989. – 320 с.
12. Исаченко А.Г. Оптимизация природной среды. – М.: Мысль, 1980. – 264 с.
13. Крауклис А.А. Проблемы экспериментального ландшафтоведения. – Новосибирск: Наука, 1979. – 233 с.
14. Методические рекомендации по геохимической оценке загрязнения территории городов химическими элементами / Б.А. Ревич, Ю.А. Саев и др. – М.: ИМГРЭ, 1982. – 140 с.
15. Орлова И.В. Ландшафтное планирование для целей сбалансированного сельскохозяйственного природопользования // География и природные ресурсы. – М., 2006. – №2. – С. 121-134.
16. Орлова И.В. Ландшафтное планирование для целей сельскохозяйственного природопользования (на примере Благовещенского района Алтайского края): Автореф. дис. ... канд. геогр. наук / Институт водных и экологических проблем СО РАН. – Барнаул, 2002. – 191 с.
17. Реймерс Н.Ф. Природопользование: словарь-справочник. – М.: Мысль, 1990. – 637 с.
18. Роде А.А. Водный режим почв и его регулирование. – М.: АН СССР, 1965. – С. 61-72.
19. Рюмин В.В. Динамика и эволюция южно-сибирских геосистем. – Новосибирск: Наука, 1988. – 137 с.
20. Снакин В.В., Мельченко В.Е., Кречетов П.П. и др. Оценка устойчивости экосистем // В кн.: Биогеохимические основы экологического нормирования. – М.: Наука, 1993. – С. 196-211.

21. Солнцева Н.П. Геохимическая устойчивость природных систем к техногенным нагрузкам // В кн.: Добыча полезных ископаемых и геохимия природных экосистем. – М.: Наука, 1982. – С. 181-216.
22. Сочава В.Б. Теоретические предпосылки картографирования среды обитания // Докл. ИГ Сибири и Дальнего Востока. – 1972. – Вып. 34. – С. 3-14.
23. Угланов И.Н. Мелиорируемая толща почв и пород юга Западной Сибири. – Новосибирск: Наука, 1981. – 191 с.
24. [Электр. ресурс.] – Сайт «NASA» // [www.nasa.gov](http://www.nasa.gov). (дата обращения 12.11.2017).

Поступила 14.10.2019

PhD

Ж.О. Озгелдинова

PhD

Ж.Т. Мукаев

Г.Т. Оспан

**АНТРОПОГЕНДІК ӘСЕР ЕТУ ЖАҒДАЙЫНДАҒЫ  
ГИОСИСТЕМАЛАРДЫҢ ТҰРАҚТЫЛЫҚ ӘЛЕУЕТІН  
(МЫСАЛЫҒА: САРЫСУ ӨЗЕНІНІҢ СУ АЛАБЫН) БАҒАЛАУ**

*Түйін сөздер:* өзеннің су алабы, антропогендік әсер, геожүйелердің антропогендік әсерге тұрақтылығы, геоакпараттық жүйелер

*Жұмыста антропогендік әсер ету жағдайындағы геожүйелердің тұрақтылығын бағалау нәтижелері ұсынылған. Геожүйелердің тұрақтылық әлеуетін антропогендік әсерге бағалау әдістемесі жетілдірілген және бейімделген. Бұл әдіс амбебап сипатқа ие және табиғатты пайдалану тәжірибесінің мәселелерін шешуге бағытталған зерттеу әдісін жетілдірудің үлгісі бола алады. Геожүйелердің ландшафт түзуші факторларын анықтау негізінде Сарысу өзені су алабындағы антропогендік әсерге дейінгі геожүйелердің тұрақтылығының интегральды бағасы оларды табиғатты пайдаланудың оңтайлы құрылымын құруда әр түрлі тәсілдерді қажет ететін 5 классқа бөлуге мүмкіндік берді. Сарысу өзені су алабының геожүйелерінің антропогендік әсерге тұрақтылығының картасы жасалды.*

J.O. Ozgeldinova, Zh.T. Mukayev, G.T. Ospan

**ASSESSMENT OF THE GEOSYSTEMS STABILITY POTENTIAL  
UNDER ANTHROPOGENIC IMPACT CONDITIONS  
(ON THE EXAMPLE OF THE SARYSU RIVER BASIN)**

**Key words:** river basin, anthropogenic impact, resistance of geosystems to anthropogenic impact, geographic information systems

*The study presents the results of assessing the stability of geosystems under anthropogenic impacts. The methodology for assessing of geosystems stability potential to anthropogenic impacts has been improved and adapted. This technique has a universal character and can serve as a model for improving the research method focused on solving the problems of environmental management practice. An integral assessment of the stability of geosystems in the Sarysu river basin to anthropogenic impact on the basis of identifying landscape-forming factors of geosystems made it possible to differentiate them into 5 classes that require different approaches in developing the optimal structure of nature management. A map of the geosystems stability of Sarysu river basin to anthropogenic impact has been compiled.*

УДК 507.75.05

Канд. хим. наук  
Докт. техн. наукМ.М. Джунусбеков<sup>1</sup>  
А.Д. Акбасова<sup>1</sup>**ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА УРОВНЯ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ ПОЧВ  
ГОРОДА КЕНТАУ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ**

**Ключевые слова:** тяжелые металлы, почвы, мхи, коэффициент техногенности, коэффициент накопления

*В работе рассмотрены последствия продолжительного антропогенного воздействия горноперерабатывающего предприятия на окружающую среду на примере города Кентау (Казахстан). Химический анализ почв города выявил высокие концентрации тяжелых металлов Pb, Cu, Zn, и Cd, значительно превышающие установленные нормы ориентировочно допустимых концентраций (ОДК). В качестве индикатора аэротехногенного загрязнения города использовались образцы мхов. Рассчитаны коэффициенты техногенности почв  $K_T$  и коэффициенты накопления металлов  $K_n$  в исследованных мхах.*

**Введение.** Промышленная добыча и переработка полиметаллических руд ведет к неизбежному, значительному загрязнению окружающей среды токсичными поллютантами. Основная доля в составе отходов горнодобывающих и горноперерабатывающих предприятий приходится на тяжелые металлы, которые поступают в биосферу в виде пыли, дымовых выбросов и сбросов сточных вод. Загрязнения от указанных предприятий носит более или менее локальный характер, но и степень концентрирования токсичных элементов, в частности тяжелых металлов, более высокая. Почва является основной средой, в которую попадают тяжелые металлы, в том числе из атмосферы и водной среды. Она же служит долгим во временном промежутке источником вторичного загрязнения, являясь при этом своеобразным природным буфером, контролирующим перенос металлов и их соединений в атмосферу, гидросферу и живое вещество [6, 13].

---

<sup>1</sup> Международный Казахско-Турецкий Университет имени Х.А. Ясави  
Казахстан, г. Туркестан, Казахстан

Продолжительность пребывания загрязняющих компонентов в почве значительно больше, чем в других частях биосферы, и в особенности это касается тяжелых металлов [15, 8]. Проблема загрязнения почв остается надолго, даже после прекращения работы предприятий. Металлы, накапливаясь в почве, медленно удаляются при выщелачивании, потреблении растениями, эрозии и дефляции [7]. Период полуудаления тяжелых металлов сильно варьируется для различных элементов, но составляет достаточно продолжительные периоды времени: для Zn – от 70 до 510 лет; для Cd – от 13 до 110 лет; для Cu – от 310 до 1500 лет и для Pb – от 740 до 5900 лет [1].

Тяжелые металлы уже сейчас занимают второе место по степени опасности, уступая пестицидам и значительно опережая такие широко известные загрязнители, как двуокись углерода и серы. В перспективе они могут стать более опасными, чем отходы атомных электростанций [2]. Возрастающее накопление тяжелых металлов приводит не только к нарушению экологического баланса, но и может вызвать серьезные заболевания у человека.

Сложная экологическая ситуация складывается в городах, где функционируют горнодобывающие и горноперерабатывающие предприятия. В качестве примера можно привести г. Кентау, расположенный в Туркестанской области Республики Казахстан (население 69 тыс. на 2018 г.) [16]. В непосредственной близости от города с 50-х по 90-е годы активно разрабатывались полиметаллические рудники, содержащие в основном свинец и цинк, а также другие сопутствующие металлы. Переработка и обогащение этих руд производилась на предприятии «Ачисайский полиметаллический комбинат». Несмотря на то, что предприятие закрыто уже 30 лет, проблема загрязненности почв города и прилегающих территорий актуальна на сегодняшний день. Значительно усугубляет ситуацию отвальные отходы, хранящиеся в бывшем производственном полигоне. Данное «хвостохранилище» с площадью около 300 га расположено практически у границы города Кентау с северо-западной стороны на расстоянии примерно 1 км. В нем почти полвека складировались отходы обогатительной фабрики «Ачисайского полиметаллического комбината». В настоящее время объем хранящихся опасных отходов, оказывающих негативное воздействие на окружающую природную среду, составляет около 150 миллионов тонн. Особенно при ветреной погоде наблюдается

значительный по масштабу пылевой разнос на дальние расстояния токсичных взвешенных твердых частиц и газовых примесей с поверхности хранилища. В связи с этим представляет актуальность проведение мониторинговых исследований по оценке воздействия хвостохранилища на состояние объектов биосферы, от которых в конечном итоге зависит здоровье населения.

В данном исследовании проведена оценка степени загрязнения тяжелыми металлами (Pb, Zn, Cu, Cd) почв и растений города Кентау, включая территории, относящиеся к зоне интенсивного воздействия «хвостохранилища».

**Объекты и методы исследования.** В работе анализировались пробы почв, отобранные в промышленной зоне, в районах жилого массива и парках. В качестве индикатора аэротехногенного загрязнения города использовались образцы мхов, произрастающих в местах отбора проб почв.

Выбор мхов обусловлен их высокой способностью аккумулировать экотоксиканты из атмосферного воздуха. Поскольку во мхах отсутствует корневая система, вклад других источников, кроме атмосферных выпадений, в большинстве случаев ограничен. Кроме того, они довольно широко распространены и легко переносят неблагоприятные условия, в частности, высокое загрязнение среды. Использование мохообразных в качестве биоиндикаторов широко распространено в мире [9, 16, 17].

Пробы почв отбирались из поверхностного слоя и непосредственно под ним из глубины 5...10 см. Усредненная проба отбиралась в местах отбора известным методом конверта [5]. Там же извлекались произрастающие пробы мхов. В работе определялось валовое содержание металлов в почве. Извлечение металлов из почвы производили 50 %-ным раствором  $\text{HNO}_3$  и концентрированным раствором  $\text{H}_2\text{O}_2$  с последующим прокаливанием аликвотной части вытяжки в муфельной печи при температуре  $450^\circ\text{C}$  в течение 30 минут [10]. Перед проведением анализов на тяжелые металлы, содержащиеся во мхах, определялась видовая принадлежность собранных мхов. Образцы мхов (зеленые их части), предварительно высушенные до воздушно-сухого состояния, подвергались мокрому озолению с концентрированным раствором  $\text{HNO}_3$  и 30 %-ным раствором  $\text{H}_2\text{O}_2$  с последующим прокаливанием при температуре  $450^\circ\text{C}$  в течение 30 минут. Все подготовленные пробы почв и мхов проанализированы на анализаторе «Ta-lab» методом инверсионной

вольтамперометрии согласно методике [12]. Определение pH солевой вытяжки почвенных образцов проводили потенциометрическим методом на иономере «И-160МИ» [14].

**Результаты и обсуждение.** Координаты мест отбора проб почвы и мхов отмечены в таблице 1. Для сопоставления отбирались пробы почв и мхов в п. Урангай и г. Туркестан, удаленных от г. Кентау на 16 и 30 км соответственно, и на территориях с наименее нарушенной экологией, таких как Каратауский и Аксу-Жабаглинский заповедники.

Таблица 1

Географическое расположение объектов исследований

Места отбора проб почвы и мхов	Географические координаты	
Центральный парк	N 43°51'80''	E 68°50'07''
Парк горняков	N 43°52'14''	E 68°51'63''
ТЭЦ-5	N 43°52'01''	E 68°56'11''
Обогатительная фабрика	N 43°53'09''	E 68°49'66''
Северо-западный район	N 43°51'51''	E 68°48'64''
Юго-западный район (парк молодежи)	N 43°50'28''	E 68°50'31''
Экскаваторный завод	N 43°51'27''	E 68°54'04''
Трансформаторный завод	N 43°50'69''	E 68°52'72''
Центр города	N 43°51'58''	E 68°50'58''
Каратауский государственный природный заповедник	N 43°55'45''	E 68°67'59''
Поселок Урангай	N 43°41'38''	E 68°38'94''
Ботанический сад г. Туркестан	N 43°29'97''	E 68°30'04''
Аксу-Жабаглинский государственный природный заповедник	N 42°42'24''	E 70°54'32''

Полученные результаты анализов исследованных почв представлены в таблице 2. Как и следовало ожидать, многолетняя практика промышленной добычи и переработки полиметаллических руд серьезно сказалась на экологической обстановке г. Кентау. Здесь наблюдается значительное загрязнение почв города тяжелыми металлами, в особенности свинцом и цинком. Свинец и цинк относят к первому классу опасности [4], т.е. к высоко опасным веществам, негативно воздействующим на живой организм. Высокие концентрации в почвах города выявлены также и для меди (II класс опасности). Самые высокие

концентрации металлов ожидаемо наблюдаются в промышленных зонах города. Из жилой части города по загрязнению выделяется северо-западный район, в особенности по содержанию цинка. Указанное обстоятельство доказывает влияние на уровень загрязнения близко расположенного к данному району «Хвостохранилища».

Таблица 2

Содержание тяжелых металлов в почвах

Место отбора	рН	Металлы, мг/кг			
		Pb	Cu	Zn	Cd
Центральный парк	7,7	312,4	127,4	312,6	<0,001
Парк горняков	7,6	531,1	210,2	470	0,001
ТЭЦ-5	6,7	575,5	265	905,1	0,034
Обогатительная фабрика	6,1	1742,2	580,5	3422,3	0,122
Северо-западный район	7,5	462,7	170,4	881,7	0,001
Юго-западный район	7,9	257,5	130,3	256,8	<0,001
Экскаваторный завод	6,6	520,0	78,6	315,6	<0,001
Трансформаторный завод	7,1	541,6	230,1	1040	<0,001
Центр города	7,9	270,4	145,0	455,3	0,001
Каратауский ГПЗ	6,9	35,4	15,5	66,7	<0,001
п. Урангай	7,2	53,6	41,2	51,4	<0,001
Ботанический сад г. Туркестан	7,8	26,4	32,1	42,2	<0,001
Аксу-Жабаглинский ГПЗ	6,9	14,3	22,0	44,0	<0,001

Оценку уровня загрязнения исследованных почв производили на основе сравнения с ориентировочно допустимыми концентрациями (ОДК) металлов в почве [3]. ОДК исследованных металлов для нейтральных почв соответственно равны, в мг/кг: Pb – 130; Cu – 132; Cd – 2,0; Zn – 220. На основе этих данных рассчитаны коэффициенты техногенности почв  $K_t$ , представленные в таблице 3.

Полученные данные по  $K_t$  наглядно указывают на значительный уровень загрязнения тяжелыми металлами почв г. Кентау. Установленные их концентрации в десятки раз превышают фоновые. Можно отметить также, что уже на относительно небольшом отдалении от г. Кентау наблюдается существенное снижение уровня загрязненности почв тяжелыми металлами, показанное на примере данных по п. Урангай и

г. Туркестан. Данное обстоятельство говорит о выраженной локальности загрязнения, исходящего от горноперерабатывающих предприятий.

Таблица 3

Значения коэффициентов техногенности  $K_T$  для исследованных почв

Место отбора	$K_T$			
	Pb	Cu	Zn	Cd
Центральный парк	2,40	0,97	1,42	–
Парк горняков	4,09	1,59	2,14	0,001
ТЭЦ-5	4,43	2,01	4,11	0,017
Обогатительная фабрика	13,40	4,40	15,56	0,061
Северо-западный район	3,56	1,29	4,01	–
Юго-западный район	1,98	0,99	1,17	–
Экскаваторный завод	4,00	0,60	1,43	–
Трансформаторный завод	4,17	1,74	4,73	–
Центр города	2,08	1,10	2,07	–
Каратауский ГПЗ	0,27	0,12	0,30	–
п. Урангай	0,41	0,31	0,23	–
Ботанический сад	0,20	0,24	0,19	–
Аксу-Жабалинский ГПЗ	0,11	0,17	0,20	–

Данные по содержанию тяжелых металлов во взятых для анализа образцах мхов адекватно отражают уровень техногенной нагрузки исследованных территорий (таблица 4). Как показали результаты, исследованные мхи проявили аккумулятивные свойства, накопив в своем организме высокие концентрации металлов. Вычисленные коэффициенты накопления представлены в таблице 5.

Таблица 4

Содержание тяжелых металлов во мхах, мг/кг воздушно-сухого веса

Место отбора	Мхи	Металлы, мг/кг			
		Pb	Cu	Zn	Cd
Центральный парк	<i>Tortella T.</i>	128,0	41,0	203,0	<0,001
Парк горняков	<i>Tortella T.</i>	289,0	88,2	400,1	<0,001
ТЭЦ-5	<i>Pterygoneurum O.</i>	185,4	106,3	432,2	0,061
ТЭЦ-5	<i>Bryum A.</i>	166,5	91,4	412,0	0,047
Обогатительная фабрика	<i>Bryum A.</i>	676,3	197,2	1043,3	0,102
Обогатительная фабрика	<i>Tortella T.</i>	605,0	139,2	853,1	0,088
Северо-западный район	<i>Tortella T.</i>	263,4	111,4	811,5	0,001
Юго-западный район	<i>Tortella T.</i>	77,1	29,5	210,1	<0,001

Место отбора	Мхи	Металлы, мг/кг			
		Pb	Cu	Zn	Cd
Экскаваторный завод	<i>Bryum A.</i>	159,5	28,2	228,4	< 0,001
Трансформаторный завод	<i>Tortella T.</i>	154,4	73,3	832,4	< 0,001
Центр города	<i>Tortella T.</i>	116,1	83,2	323,4	< 0,001
Каратауский ГПЗ	<i>Tortella T.</i>	22,4	16,7	29,0	< 0,001
П. Урангай	<i>Bryum A.</i>	27,2	18,1	26,4	< 0,001
Ботанический сад	<i>Tortella T.</i>	19,3	20,2	18,4	< 0,001
Аксу-Жабаглинский ГПЗ	<i>Tortella T.</i>	0,02	11,5	9,5	< 0,001

Таблица 5

Значения коэффициента накопления  $K_n$  тяжелых металлов

Место отбора	Мхи	$K_n$			
		Pb	Cu	Zn	Cd
Центральный парк	<i>Tortella T.</i>	0,41	0,32	0,64	–
Парк горняков	<i>Tortella T.</i>	0,54	0,42	0,85	–
ТЭЦ-5	<i>Pterygoneurum O.</i>	0,32	0,40	0,48	1,79
ТЭЦ-5	<i>Bryum A.</i>	0,29	0,35	0,46	1,38
Обогащительная фабрика	<i>Bryum A.</i>	0,39	0,34	0,31	0,84
Обогащительная фабрика	<i>Tortella T.</i>	0,35	0,24	0,25	0,72
Северо-западный район	<i>Tortella T.</i>	0,57	0,65	0,92	1,00
Юго-западный район	<i>Tortella T.</i>	0,30	0,23	0,82	–
Экскаваторный завод	<i>Bryum A.</i>	0,31	0,36	0,72	–
Трансформаторный завод	<i>Tortella T.</i>	0,29	0,32	0,80	–
Центр города	<i>Tortella T.</i>	0,43	0,57	0,71	–
Каратауский ГПЗ	<i>Tortella T.</i>	0,63	1,08	0,43	–
П. Урангай	<i>Bryum A.</i>	0,51	0,44	0,51	–
Ботанический сад	<i>Tortella T.</i>	0,73	0,63	0,44	–
Аксу-Жабаглинский ГПЗ	<i>Tortella T.</i>	0,15	0,52	0,22	–

Как видно из приведенных данных коэффициента накопления  $K_n$ , низкие его значения ( $K_n < 0,5$ ) наблюдаются в зонах с повышенным уровнем загрязнения – в промышленной части города. Данное обстоятельство, по-видимому, объясняется усилением защитных свойств мхов к высоким дозам токсикантов. Кроме того, относительно низкие значения  $K_n$  указывают на отсутствие сколько либо значимых поступлений соединений металлов из воздушной среды в неработающих в настоящем промышленных объектах, т.к. мохообразные являются преимущественно биоиндикаторами атмосферного воздуха.

**Выводы.** Таким образом, полученные данные свидетельствуют о значительном загрязнении почв г. Кентау тяжелыми металлами высокого класса опасности – Pb и Zn, а так же Cu. Неблагоприятная экологическая обстановка в городе сложилась, как известно, в результате многолетней работы предприятия по переработке полиметаллической руды. Несмотря на то, что с момента прекращения работы «Ачполиметалл» прошел не один десяток лет, установленные высокие концентрации металлов в почве в настоящем указывают на медленный характер протекания процессов естественной биоремедиации. Обнаруженные высокие концентрации металлов в образцах мха свидетельствуют о негативном воздействии на экологию города «Хвостохранилища». Токсичная пыль из «Хвостохранилища» в ветренную погоду через легкие может проникать в организм человека и вызывать различные заболевания. В работе также установлено, что загрязнение тяжелыми металлами ограничено в основном пределами г. Кентау и прилегающими территориями.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алексеев Ю.В. Тяжелые металлы в почвах и растениях. – Л.: Агропромиздат, 1987. – 141 с.
2. Вредные химические вещества: неорганические соединения элементов I–IV групп / под ред. В.А. Филова. – Л.: Химия, 1988. – 512 с.
3. ГН 2.1.7.2511-09. Ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почве: Гигиенические нормативы. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2009. – 10 с.
4. ГОСТ 17.4.1.02-83. Охрана природы. Почвы. Классификация химических веществ для контроля загрязнения. – М.: Госкомсанитариздат, 1985.
5. ГОСТ 17.4.3.01-83 (СТ СЭВ 3847-82). Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб. – М.: Госкомсанитариздат, 1984.
6. Джувеликян Х.А., Щеглов Д.И., Горбунова Н.С. Загрязнение почв тяжелыми металлами. Способы контроля и нормирования загрязненных почв: учеб. пособие. – Воронеж: Воронежский гос. ун-т, 2009. – 22 с.
7. Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях. – М.: Мир, 1989. – 439 с.
8. Корельский Д.С. Оценка уровня загрязнения приповерхностного слоя почв в зоне воздействия металлургического предприятия // Горный информационно-аналитический бюллетень – 2008. – №9. – С. 330-333.

9. Мелехова О.П., Егорова Е.И., Евсеева Т.И. Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / под ред. О.П. Мелеховой и Е.И. Егоровой. – М.: Академия, 2007. – 288 с.
10. Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства. / под ред. А.М. Артюшина. – М.: ЦИНАО, 1992. – 62 с.
11. Мотузова Г.В., Безуглова О. С. Экологический мониторинг почв. – М.: Академический Проект, 2007. – 237 с.
12. МУ 31-11/05. Количественный химический анализ проб почв, тепличных грунтов, сапропелей, илов, донных отложений, твердых отходов. Методика выполнения измерений массовых концентраций цинка, кадмия, свинца, меди, марганца, мышьяка, ртути методом инверсионной вольтамперометрии на анализаторах типа ТА. – Томск.: ООО «НПП «Томьаналит», 2005.
13. Перельман А.И., Касимов Н.С. Геохимия ландшафта. – М.: Астрель-2000, 1999. – 768 с.
14. СТ РК ИСО 10390-2007. Качество почвы. Определение pH. – Астана: Госстандарт, 2008.
15. Тиво П.Ф., Бычко И.Г. Тяжелые металлы и экология: науч. издание. – Минск: Юнипол, 1996. – 192 с.
16. Ermakova EV, Frontasyeva MV, Steinnes E Air pollution studies in Central Russia (Tula region) using the moss biomonitoring technique, NAA and AAS. // J. Radioanalytical and Nuclear Chemistry. – 2004. – V.259 (1). – P.51-58. <https://doi.org/10.1023/b:jmc.0000015805.22707.a1>
17. Zhang YX, Cao T, Atsuo I. Study of moss as air pollution monitor by SRXRF technique // Chinese Science Bulletin. – 2009. – V.54. – №17. – P. 2987-2990. <https://doi.org/10.1007/s11434-009-0320-2>.

Поступила 04.08.2020

Химия ғылымд. канд.  
Техн. ғылым докторы

М.М. Джунусбеков  
А.Д. Акбасова

**КЕНТАУ ҚАЛАСЫНЫҢ ТОПЫРАҒЫНЫҢ АУЫР  
МЕТАЛДАРМЕН ЛАСТАНУ ДЕНГЕЙІНЕ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ БАҒА  
БЕРУ**

*Түйін сөздер:* ауыр металдар, топырақ, мүктер, техногендік коэффициент, жинақталу коэффициент

*Бұл жұмыста Кентау қаласы (Қазақстан) мысалында тау-кен өңдеу кәсіпорнының қоршаған ортаға ұзаққа созылған антропогендік әсерінің салдары қарастырылды. Қала топырағының химиялық талдауы Pb, Cu, Zn және Cd ауыр металдарының жоғары концентрациясын анықтады, бұл көрсеткіштер шамамен рұқсат етілген концентрациялардың белгіленген нормаларынан едәуір асып түседі. Қаланың аэротехногенді ластануының индикаторы ретінде мүктердің үлгілері пайдаланылды. Топырақтың техногендік коэффициенттері Кт және зерттелген мүктердегі металдардың жинақталу коэффициенттері Кн есептелінді.*

M.M. Junusbekov, A.D. Akbasova

## **ENVIRONMENTAL ASSESSMENT OF THE SOIL CONTAMINATION LEVEL OF THE KENTAU CITY WITH HEAVY METALS**

**Keywords:** heavy metals, soils, mosses, *coefficient of soil technogenicity, coefficient of metal accumulation*

*The consequences of the long-term anthropogenic impact of a mining processing enterprise on the environment are considered on the example of the city of Kentau (Kazakhstan). Chemical analysis of the city's soils revealed high concentrations of heavy metals Pb, Cu, Zn, and Cd, significantly exceeding the established norms of tentative allowable concentrations. Moss samples were used as an indicator of aerotechnogenic pollution of the city. The coefficients of soil technogenicity and the coefficients of metal accumulation in the studied mosses.*

УДК 551.463:551.464

PhD

А.Ф. Елтай<sup>1,2</sup>А.В. Галаева<sup>2</sup>**АНАЛИЗ ДАННЫХ АТЛАСА МИРОВОГО ОКЕАНА  
ПРИМЕНИТЕЛЬНО К КАСПИЙСКОМУ МОРЮ**

**Ключевые слова:** Каспийское море, атлас мирового океана, соленость, гидрохимические показатели, ODV

*В статье рассматриваются данные Атласа Мирового океана, приводятся результаты сравнительного анализа данных солености воды Каспийского моря для двух выбранных точек, а также содержания в ней растворенных неорганических питательных веществ (фосфаты, нитраты, кремний) и кислорода. Данные атласа Мирового океана можно использовать в научных исследовательских целях для проведения анализа физических и гидрохимических показателей воды в различные годы.*

**Введение.** На гидрохимические показатели моря влияют внешние и внутренние гидрометеорологические факторы, такие как изменение уровня моря, скорость и направление ветра, волнение, температура воды.

Для акватории казахстанского сектора Каспийского моря скорости ветра уменьшаются от весны к лету, затем повышаются к осени и в холодный период года достигают максимума [3, 4]. За последние 10 лет в северо-восточной части моря количество нагонов уменьшилось, а сгонов увеличилось [5]. Максимальная высота волны, зарегистрированная в декабре 1985 г. в районе порта Актау, достигала 4,5 м. Ветровые волны более 1 м в районе среднего Каспия наблюдаются в каждом месяце, а сильное волнение характерно для холодного периода года [9].

**Материалы и методы.** В работе использовались данные атласа мирового океана (World Ocean Atlas), созданного в Национальном центре океанографических данных (США) за 2018 г. [2]. Это наборы океанических данных, в которых представлены различные параметры и свойства мирового океана и крупных морей. Впервые он был создан в 1994 г., с по-

---

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

<sup>2</sup> РГП «Казгидромет» НИЦ, г. Алматы, Казахстан

следующими его изменениями в 1998, 2001, 2005, 2009 и 2013, 2018 гг. Пространственное разрешение данных представлено в трех видах сетки 5°, 1° и 0,25°. Поля четверти градуса представляют Земной шар в виде квадратов долготы/широты 1440 x 720 четверть градуса. Поля с одним градусом представляют мир в виде квадратов долготы/широты 360 x 180 с одним градусом. Поля с пятью градусами делят мир на квадраты 72 x 36 долготы / широты с пятью градусами. Анализировать данные можно за различные периоды времени и определять средние многолетние, сезонные и месячные значения [7].

Наборы данных доступны в различных форматах, таких как Network Common Data Format (NetCDF), comma-separated value (csv), ArcGIS-compatible shapefiles, ASCII, ODV и др. для различных статистических полей. Данные включают в себя информацию о температуре воды (°C), солености (‰), растворенном в воде кислороде и его изменении (мкмоль/кг), фосфатах (мкмоль/кг), кремниевой кислоте (мкмоль/кг) и нитратах (мкмоль/кг) (рис. 1).

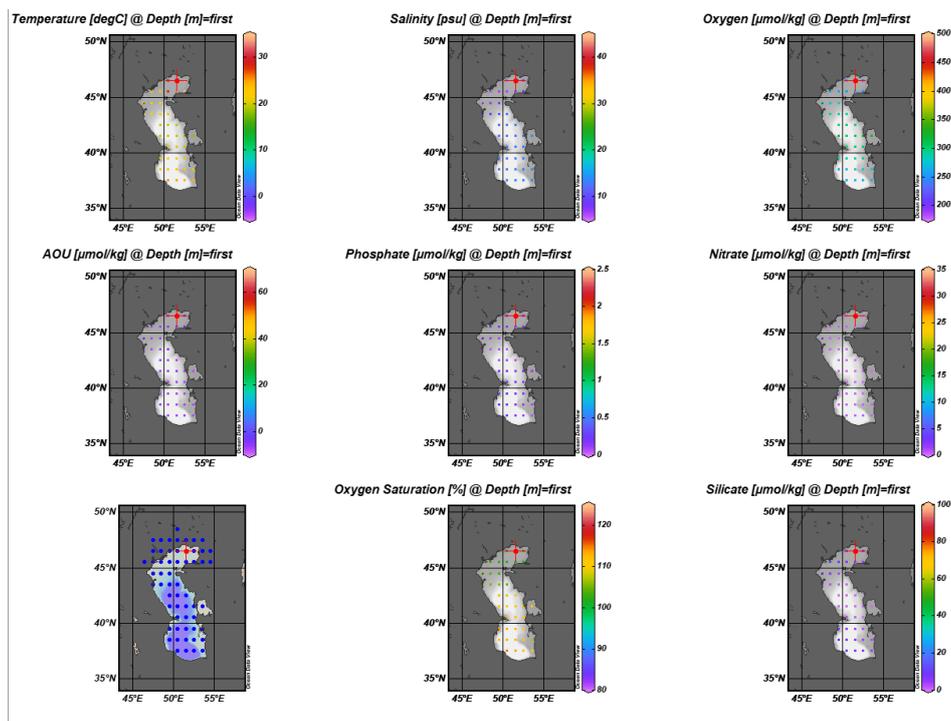


Рис. 1. Данные о гидрохимических параметрах Каспийского моря за июнь в среднем многолетнем разрезе [1].

Атлас мирового океана состоит из описания процедур анализа данных и горизонтальных карт полей распределения солености, растворенных веществ, кислорода на выбранных стандартных уровнях глубины Мирового океана, на сетке широты-долготы в один градус и четверть градуса. Карты предназначены для иллюстрации крупномасштабных характеристик распределения гидрохимических параметров океана. Поля, используемые для создания этих карт были составлены на основе объективного анализа всех научно-проверенных исторических данных о солености в базе данных Мирового океана за 2018 г. Важным источником данных являются морские термосалинографы, установленные на морских судах, которые измеряют температуру поверхности воды и соленость.

Для анализа и визуализации данных использовалась программа ODV (Ocean Data View), разработанная в институте полярных и морских исследований имени Альфреда Вегенера (Германия) [2].

Ocean Data View (ODV) – это программный пакет для анализа и визуализации наборов океанографических и метеорологических данных, находящийся в свободном доступе [8].

Формат ввода – основные таблицы данных в стиле электронных таблиц. Пользователи могут настраивать свои конфигурации, используя батиметрию высокого разрешения, береговые линии и другие справочные материалы. Файлы данных и конфигурации не зависят от платформы и могут обмениваться между различными системами.

В данной работе для примера были выбраны две точки (1 – 51.5 в.д., 46.5 с.ш.; 2 – 50.5 в.д., 43.5 с.ш.) в северной и средней частях моря (рис. 2), в которых анализировались стандартные значения гидрохимических параметров Каспийского моря.

Статистическое среднее – это среднее значение всех интерполированных по глубине данных, прошедших проверку качества на каждом стандартном уровне глубины для каждой переменной в каждом квадрате с точностью до четверти, одного или пяти градусов, которые содержат по крайней мере одно измерение для данной океанографической переменной [7].

Периоды, за которые представлены данные в атласе разделены на десятилетия: 1955...1964, 1965...1974, 1975...1984, 1985...1994, 1995...2004, 2005...2017, 1981...2010 гг.



Рис. 2. Точки, выбранные для анализа данных.

### Сравнительный анализ гидрохимических показателей.

Значения солености в среднемноголетнем периоде для точки 1 колеблется в пределах от 7,51 ‰ до 12,32 ‰. Для точки 2 максимальная соленость была равна 13,08 ‰, а минимальное значение 12,32 ‰ (рис. 3).

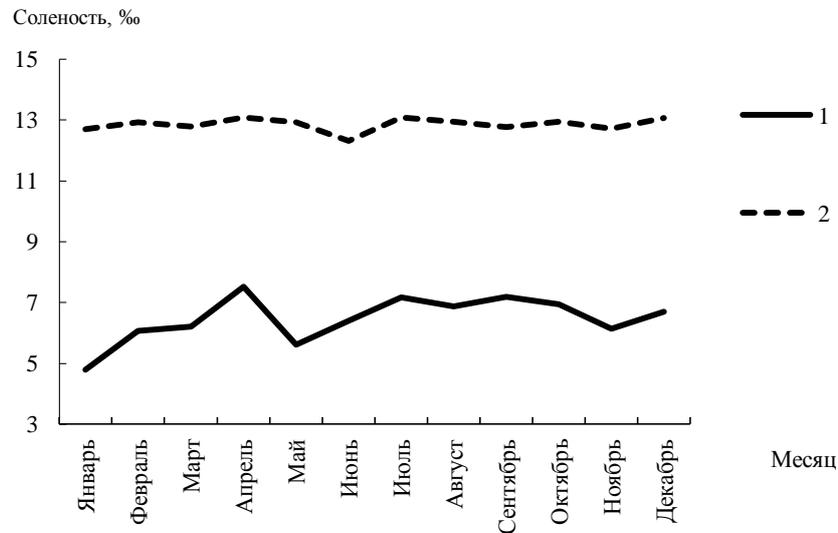


Рис. 3. График хода солености в точке 1 (Северный Каспий) и в точке 2 (Средний Каспий) по месяцам за многолетний период.

Максимальные значения солености в обеих точках наблюдались в апреле, а минимальные – в январе и июне соответственно. На рис. 3 видно, что соленость в северной части

моря ниже чем в средней, что связано с поступлением речных вод (рр. Жайык (Урал), Волга и др.).

Еще одним параметром, определяющим состояние вод Каспийского моря, является содержание кислорода в водной толще. Концентрация кислорода в воде не должна быть меньше 6 мг/л. Растворенный кислород для двух точек имеет синхронный ход во внутригодовом разрезе. В теплый период года (апрель-сентябрь) в северном Каспии значения растворенного кислорода в среднем меньше на 6,15 мг/л (рис. 4). Содержание кислорода понижается летом и увеличивается осенью и зимой.

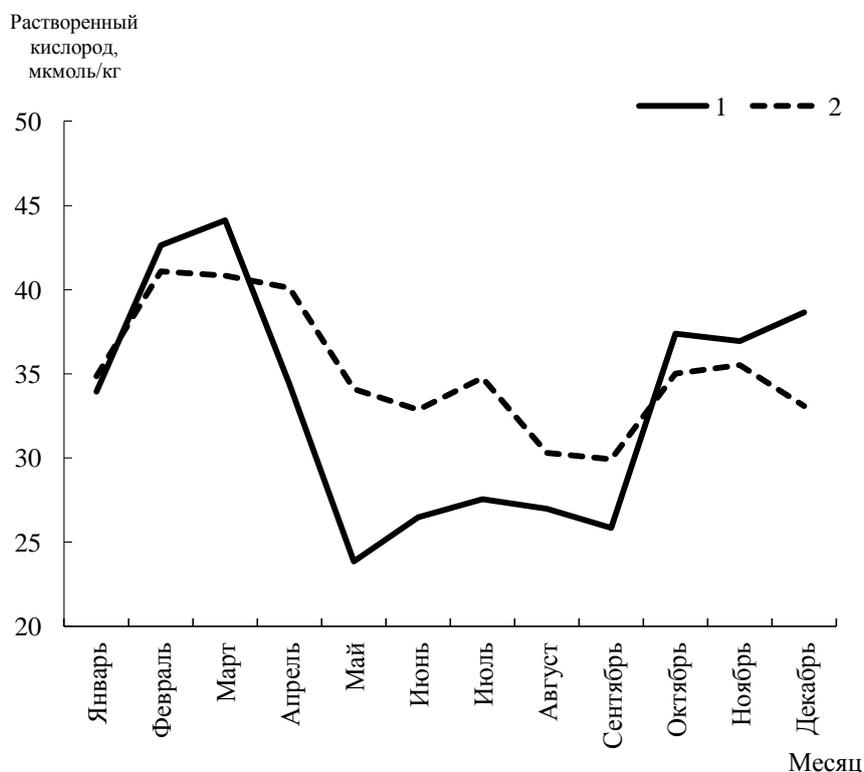


Рис. 4. График хода растворенного кислорода в точке 1 (Северный Каспий) и в точке 2 (Средний Каспий) по месяцам за многолетний период.

В атласе также представлены данные по растворенным неорганическим питательным веществам (фосфаты, нитраты, кремний) (табл.) [6].

Значения гидрохимических показателей для выбранных точек

Месяцы	Фосфаты		Нитраты		Кремний	
	1	2	1	2	1	2
Январь	0,077	0,096	0,016	0,019	1,095	1,299
Февраль	0,011	0,011	0,002	0,000	0,398	0,584
Март	0,004	0,005	0,015	0,036	0,023	0,358
Апрель	0,018	0,011	0,001	0,000	0,767	0,477
Май	0,024	0,008	0,031	0,026	0,808	0,303
Июнь	0,018	0,005	0,019	0,000	1,032	0,065
Июль	0,010	0,020	0,005	0,033	0,141	0,000
Август	0,007	0,011	0,003	0,039	0,593	0,500
Сентябрь	0,007	0,012	0,001	0,022	0,881	0,653
Октябрь	0,002	0,006	0,001	8,000	0,077	0,346
Ноябрь	0,004	0,014	0,011	0,003	0,474	0,827
Декабрь	0,014	0,012	0,007	0,008	0,246	0,679
среднее	0,016	0,018	0,009	0,682	0,544	0,507
максимальное	0,077	0,096	0,031	8,000	1,095	1,299
минимальное	0,002	0,005	0,001	0,000	0,023	0,000

Атлас мирового океана очень удобный масштабный проект, с помощью которого можно находить разнообразные данные в нужной точке, проводить сравнительный анализ, и применять их для научных исследований.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Атлас мирового океана [Электронный ресурс]. – 2018. – URL: <https://www.nodc.noaa.gov/OC5/SELECT/woaselect/woaselect.html> (дата обращения: 20.08.2020).
2. Атлас мирового океана [Электронный ресурс]. – 2018. – URL: <https://odv.awi.de/data/ocean/world-ocean-atlas-2018/> (дата обращения: 20.08.2020).
3. Елтай А.Ф. Особенности ветрового режима в казахстанской части Каспийского моря // Гидрометеорология и экология. – 2019. – №1 (92). – С. 63-72.

4. Ивкина Н.И. Ветровые условия в северной и средней частях Каспийского моря // Гидрометеорология и экология. – 2011. – №4. – С. 27-38.
5. Ивкина Н.И., Васенина Е.И., Елтай А.Ф. Сгонно-нагонные явления в северо-восточной части Каспийского моря в современных условиях // Гидрометеорология и экология. – 2019. – №2 (93). – С. 77-85.
6. Garcia H.E., Weathers K.W., Paver C.R., Smolyar I., Boyer T.P., Locarnini R.A., Zweng M.M., Mishonov A.V., Baranova O.K., Seidov D., and Reagan J.R. World Ocean Atlas 2018. Vol. 4: Dissolved Inorganic Nutrients (phosphate, nitrate and nitrate+nitrite, silicate). / Mishonov A. Technical Editor, NOAA Atlas NESDIS 84. – 2019. – 35 p.
7. Garcia H.E., Boyer T.P., Baranova O.K., Locarnini R.A., Mishonov A.V., Grodsky A., Paver C.R., Weathers K.W., Smolyar I.V., Reagan J.R., Seidov D., Zweng M.M. World Ocean Atlas 2018: Product Documentation. / A. Mishonov, Technical Editor. – 2019. – 20 p.
8. Reiner Schlitzer, Interactive analysis and visualization of geoscience data with Ocean Data View // Computers & Geosciences. – Volume 28. – Issue 10. – December 2002. – Pp. 1211-1218.
9. Yeltay A., Ivkina N, Bjorn Klove. Influence of wind on wave heights in the Kazakh Caspian Sea // Central Asian Journal of Water Research. – 2019. – 5(1). – Pp. 58-70. Doi: 10.29258/CAJWR/2019-R1.v5-1/58-70.eng

Поступила 24.08.2020

PhD А.Ф. Елтай  
А.В. Галаева

### **КАСПИЙ ТЕҢІЗІНЕ ҚАТЫСТЫ ДҮНИЕЖҮЗІЛІК МҰХИТ АТЛАСЫНЫҢ ДЕРЕКТЕРІН ТАЛДАУ**

**Түйін сөздер:** Каспий теңізі, дүниежүзілік мұхит атласы, тұздылық, гидрохимиялық көрсеткіштер, ODV

*Мақалада дүниежүзілік мұхит атласының деректері қарастырылады, таңдалған екі нүкте үшін Каспий теңізі суының тұздылығын, сондай-ақ ондағы ерітілген бейорганикалық қоректік заттардың (фосфаттар, нитраттар, кремний) және оттегінің құрамын салыстырмалы талдау нәтижелері келтіріледі. Дүниежүзілік мұхит атласының деректерін әртүрлі жылдардағы ситуацияға талдау жасау үшін ғылыми зерттеу мақсатында пайдалануға болады.*

A.G. Yeltay, A.V. Galayeva

**ANALYSIS OF THE WORLD OCEAN ATLAS DATA IN  
RELATION TO THE CASPIAN SEA**

**Key words:** Caspian sea, world ocean atlas, salinity, hydrochemical indicators, ODV

*The article considers the data from world ocean atlas, presents the results of a comparative analysis of the salinity data of the Caspian sea water for two selected points, as well as the content of dissolved inorganic nutrients (phosphates, nitrates, silicon) and oxygen. The data of the World Ocean Atlas can be used for scientific research purposes to analyze the physical and hydrochemical parameters of water in different years.*

УДК 556.164.048

Канд. геогр. наук  
PhD  
Канд. геогр. наук  
Канд. геогр. наук

Н.И. Ивкина<sup>1</sup>  
А.В. Галаева<sup>1</sup>  
С.Б. Саиров<sup>1</sup>  
С.А. Долгих<sup>1</sup>  
Е.Ю. Смирнова<sup>1</sup>

### ОЦЕНКА ГОДОВОГО СТОКА РЕКИ ЖАЙЫК (УРАЛ) В СТВОРЕ У С. КУШУМ НА ПЕРСПЕКТИВУ ДО 2050 Г. С УЧЕТОМ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА

**Ключевые слова:** бытовой сток, естественный восстановленный сток, изменение климата, трансграничная река, оценка изменения стока

*В статье приводится оценка стока, поступающего на территорию Республики Казахстан по р. Жайык (Урал) в современный период, а также оценка стока реки Жайык на перспективу до 2050 года под влиянием изменения климата. Кроме того, представлены результаты исследований многолетних и сезонных изменений наблюдаемого стока реки Жайык. Проведен анализ современных климатических изменений, и обоснован выбор сценариев изменения климата до 2050 года.*

**Введение.** Река Жайык (Урал) является основной рекой Прикаспийского региона в Республике Казахстан. Она берет свое начало в отрогах Уральских гор на территории Башкортостана (Российская Федерация) и имеет общую протяженность 2428 км, уступая в Европе по своей длине только Волге и Дунаю. Водосборный бассейн реки составляет 231 тыс. км<sup>2</sup>, а вместе с бессточным бассейном Урало-Эмбинского междуречья – почти 400 тыс. км<sup>2</sup>. Она является второй по значимости рекой, определяющей приток воды в Каспийское море [24, 8]. Река играет особо важную роль для засушливых регионов Атырауской области, поскольку 70 % потребляемой населением воды обеспечивается из реки. В связи с этим было важно исследовать, как изменился гидрологический режим, и как следст-

---

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

вие, приток воды в море в результате антропогенного влияния и климатических изменений.

В рамках предыдущих исследований было проведено определение годового стока р. Жайык (Урал) на перспективу до 2035 г. [7, 15]. Для этого были использованы сценарные прогнозы количества осадков, полученные по ансамблю из 9 моделей глобального климата с использованием программного комплекса MAGICC/SCENGEN (Model for the Assessment of Greenhouse-gas Induced Climate Change / SCENarioGENerator, version 5.3.v2). Будущие изменения количества осадков были рассчитаны для временного периода 2006...2035 гг. относительно базового периода 1980...1999 гг. в соответствии с двумя сценариями выбросов парниковых газов SRES (“Special report on emission scenarios” – Специальный доклад МГЭИК о сценариях выбросов): A2 и B1 [31].

Сток р. Жайык (Урал) за период 2006...2035 гг. был также оценен по двум вариантам с использованием двух различных сценариев смоделированных осадков. Кроме того, были восстановлены характеристики стока для естественных условий, а также с учетом влияния антропогенной деятельности. Учитывая, что данные исследования выполнялись почти 10 лет назад, то целью нашей работы было проведение дополнительных исследований и расчетов стока р. Жайык (Урал) на перспективу до 2050 г. с учетом обновленных сценарных прогнозов климата. За основу был взят ряд наблюдений с 1921 года на посту р. Жайык (Урал) – с. Кушум, находящемся на границе между зоной формирования и зоной транзита стока, и ниже устья последнего притока – р. Шаган. Необходимо отметить, что основная зона формирования стока реки находится на территории Российской Федерации и частично на территории Актюбинской области Казахстана (зоны формирования стока основных притоков р. Орь, р. Илек, р. Шаган) [21, 23, 24].

**Используемые данные и методы.** Сток реки Жайык (Урал) характеризуется значительной межгодовой и сезонной изменчивостью. На речном гидростворе р. Жайык – пос. Кушум, расположенном в 1 км к юго-востоку от села, и ниже перегороженного плотиной устья протоки Шаган, средний многолетний годовой расход воды за период 1921...2019 гг., составил 295 м<sup>3</sup>/с, изменяясь от 800 м<sup>3</sup>/с в многоводные годы, до 89,1 м<sup>3</sup>/с – в маловодные. Этот гидроствор замыкает площадь водосбора, равную 190000 км<sup>2</sup>. Сток р. Жайык на территории России зарегулирован каскадом водохранилищ, сооруженных как на самой реке Жайык, так и на ее прито-

ках. Наиболее крупные из них: Верхнеуральское – объем 601 млн. м<sup>3</sup>, Магнитогорское – объем 189 млн. м<sup>3</sup>, Ириклинское – объем 3257 млн. м<sup>3</sup>. Водохранилища на притоках: Кумакское, Домбаровское, Красночабанское, Сакмарское, Черновское (Россия), Актюбинское, Карагалинское (Казахстан) [2, 21, 27].

За основу был взят ряд наблюдений на посту р. Жайык (Урал) – с. Кушум, из которого было выделено 3 периода: 1921...1957 гг. – условно-естественный, характеризующий гидрологический режим до введения в строй Ириклинского водохранилища; 1958...1990 гг. – с нарушенным режимом стока в результате антропогенного воздействия, но в естественных климатических условиях; 1991...2019 гг. – с нарушенным режимом стока в результате антропогенного воздействия и климатических изменений [17, 21...24].

В целях анализа изменчивости водных ресурсов данной реки в многолетнем разрезе для выявления многоводных и маловодных фаз осуществлен анализ многолетних данных среднегодовых расходов воды по разностно-интегральным кривым [14, б].

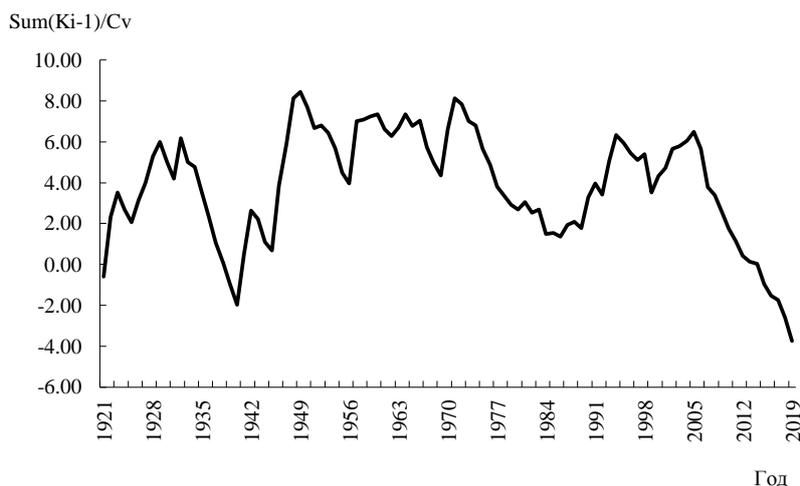
Для определения пространственно-временных характеристик годового стока р. Урал (Жайык) за различные периоды применялся статистический метод с использованием асимметричной кривой обеспеченности или кривой распределения Пирсона III типа [14].

Для оценки современного климата и его изменений на территории исследуемого бассейна были выбраны метеостанции (МС) с относительно полными и качественными рядами наблюдений. В качестве оценок изменений характеристики климата за определенный интервал времени использовались 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 процентах). Кроме того, для оценки статистической значимости тренда (достоверности) использовались тест Фишера (F-test) и тест Стьюдента (t-test) при уровне значимости 5 % [29].

В результате для оценки современного климата и его изменений на территории бассейна р. Жайык (Урал) были выбраны 18 МС с относительно полными и качественными рядами наблюдений.

**Многолетние и сезонные изменения стока.** Анализ разностно-интегральной кривой (рис. 1) показал, что при наличии явного проявления

циклических колебаний с выделением многоводных и маловодных фаз, обнаруживается уменьшение расходов воды в реке, особенно четко это прослеживается за последние 20 лет. Это связано с климатическими факторами [1...4].



*Рис. 1. Разностно-интегральная кривая среднегодовых расходов воды р. Урал (Жайык) – с. Кушум за период 1921...2019 гг.*

Сопоставление кривых обеспеченности среднегодовых расходов воды показало, что изменилась величина расхода воды редкой повторяемости, характеризующая многоводные годы. В третьем периоде она практически в 2 раза меньше, а в условно-естественный период многоводный год сток реки был в 8 раз больше, чем в маловодный. В период с нарушенным режимом стока в результате антропогенного воздействия, но в естественных климатических условиях в 7 раз, а в период с нарушенным режимом стока в результате антропогенного воздействия и климатических изменений только в 4 раза [11]. Таким образом, четко прослеживается тенденция к снижению стока реки и изменение амплитуды колебаний стока в годы с различной водностью.

Для реки характерно высокое половодье и устойчивая межень до конца года. Весеннее половодье (апрель-июнь) является основной фазой режима стока р. Урал (Жайык), во время которого проходит 60...80 % годового стока. Несмотря на то, что доля половодья в годовом стоке по-прежнему высока, его объемы и доля в годовом стоке снизилась на 17 % по отношению к условно-естественному периоду. Следует отметить увеличение доли межени стока, особенно зимнего, его доля за последние

двадцать пять лет составляет примерно 15 %, что на 10 % больше, чем в условно-естественный период [11].

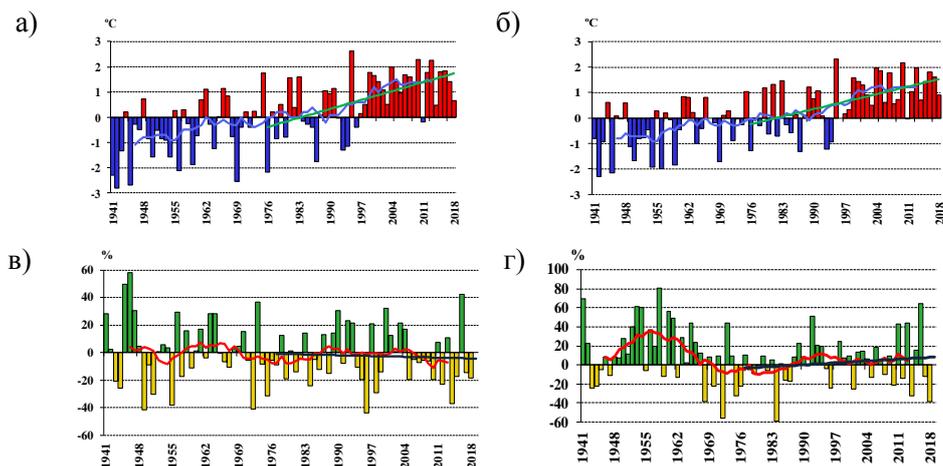
Таким образом, анализируя многолетний ход объемов годового стока р. Жайык (Урал), можно сделать вывод, что наблюдается тенденция уменьшения стока и уменьшение амплитуды колебаний годовых объемов стока, особенно в последнее десятилетие.

**Оценка изменения современного климата и на перспективу до 2050 года в бассейне р. Жайык (Урал).** В настоящее время глобальное потепление является неоспоримым фактом, так как повышение приземной температуры отмечается практически во всем мире [12, 10]. В Пятом докладе Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК) приводятся новые свидетельства изменения климата, полученные в результате множества независимых исследований, основанных на наблюдениях за климатической системой, палеоклиматических данных, теоретических исследованиях климатических процессов и использовании климатических моделей [12]. Наблюдаемые тенденции в глобальном климате диктуют необходимость получения научно-обоснованных оценок и выводов об изменении регионального климата, которые, в свою очередь, будут основой для углубленных оценок изменений в других природных ресурсах региона и выработки эффективных мер по обеспечению водной безопасности в регионе.

На территории исследуемого региона наблюдается устойчивый рост температуры приземного воздуха [19, 25]. Так, с конца прошлого столетия наблюдаются практически только положительные аномалии средней годовой температуры воздуха, причем часто очень значительные, превышающие 1 °С (рис. 2). Тенденции в средней годовой температуре воздуха статистически устойчивые – трендовая составляющая, характеризуемая коэффициентом детерминации  $R^2$ , объясняет около 30 % общей изменчивости, при этом температура повышается на 0,42 и 0,50 °С каждые 10 лет в Атырауской и Западно-Казахстанской области, соответственно.

Температура повышается во все сезоны года. Весной, летом и осенью тенденции статистически устойчивые и составляют 0,42...0,57 °С/10 лет. Зимой скорость повышения температуры в абсолютном выражении также существенная (0,32 и 0,40 °С/10 лет), но в силу высокой изменчивости температуры зимнего сезона, тренд зимней

температуры статистически незначим, коэффициент детерминации  $R^2$  составляет всего 3...4 %.



*Рис. 2. Временные ряды аномалий годовой температуры воздуха (а и б) и количества осадков (в и г) за период 1941...2018 гг., осредненных по территории Западно-Казахстанской (а и в) и Атырауской (б и г) областей Казахстана. Аномалии рассчитаны относительно базового периода 1961...1990 гг. Линейный тренд за период 1976...2018 гг. выделен зеленым цветом. Сглаженная кривая получена 11-летним скользящим осреднением.*

За период 1976...2018 гг. тренд годового количества осадков, осредненного по территории Атырауской области, положительный, но статистически незначим, по территории Западно-Казахстанской области – отрицателен и тоже незначим.

В Атырауской области зимой и весной количество осадков постепенно увеличивалось – на 9 и 15 % каждые 10 лет, соответственно (тренды статистически значимые). Летом и осенью количество осадков несколько уменьшалось, но тенденции не значимы.

В Западно-Казахстанской области зимой, летом и осенью количество осадков уменьшалось, причем, зимой и летом эти отрицательные тенденции статистически значимые, осадки уменьшались на 4 и 7 % каждые 10 лет, соответственно. Весной, напротив, условия увлажнения улучшались, так как наблюдался положительный значимый тренд – более чем на 11 % каждые 10 лет.

Перспективная оценка климата на несколько десятилетий вперед – это научная задача, точное решение которой не предвидится в ближайшие десятилетия в силу сложности физико-математического описания всех

спектров взаимодействия различных составляющих климатической системы. Кроме того, в качестве внешнего фактора в моделях глобального климата используются сценарии концентрации парниковых газов в атмосфере, рассчитанные на основе различных предположений об экономическом развитии мировой экономики, включая распространение «зеленых технологий». Поэтому вместо термина «прогноз климата» чаще в научной литературе можно встретить такие термины как «сценарий климата» или «проекция климата», в последнем отчете МГЭИК об оценках введен термин «перспективная оценка климата» [12].

Исходя из того, что постоянно совершенствуется и расширяется система инструментальных наблюдений за различными компонентами климатической системы и внешними факторами воздействия на саму климатическую систему, растет научное понимание происходящих в ней физических и химических процессов, быстро прогрессируют вычислительные возможности и прочее. Задача перспективной оценки климата решается на все более и более научно-обоснованном уровне. Таким образом, существует необходимость периодического обновления перспективных оценок климата с учетом современных научно-технических достижений.

Задачу получения представлений о наиболее вероятном изменении климата в конкретном регионе и в конкретный временной интервал можно свести к решению двух крупных подзадач:

- определение внешних факторов, вызывающих изменение климата на заданном временном отрезке;
- выбор инструмента, способного в наиболее полной мере спроецировать влияние этого фактора на климат, и как следствие, дать картину пространственно-временного распределения отклика климатической системы на воздействие внешнего фактора.

К внешним факторам относятся астрономические и геофизические факторы [13, 26]. На временном отрезке в несколько столетий, изменения в степени влияния астрономических внешних факторов на климатическую систему можно считать малосущественными [26, 31]. На основе сотен исследований, проанализированных в оценочных докладах МГЭИК [16, 33], антропогенные изменения именно в составе атмосферы (внешний геофизический фактор) являются основной причиной быстрого изменения глобального климата в последние десятилетия. Количественным показателем изменения энергетических потоков, вызванного изменением этих факторов, например, к современному периоду по сравнению с 1750 г.

(доиндустриальным периодом), является радиационное воздействие (РВ). Положительное значение РВ ведет к повышению температуры поверхности, а отрицательное – к ее понижению.

Климатическая система может быть представлена с помощью моделей различной сложности – от простых двумерных или одномерных климатических моделей до сложных трехмерных, сопряженных моделей общей циркуляции атмосферы и океана (МОЦАО). МОЦАО – сложные и на настоящий момент физически наиболее полные модели глобального климата, включающие взаимодействующие друг с другом модели атмосферы, океана, деятельного слоя суши, криосферы и биосферы – основных компонентов климатической системы [34, 9].

В данном исследовании в качестве основного инструмента для оценки изменения регионального климата определены МОЦАО, что обусловлено несколькими причинами. Первая, и, пожалуй, основная, связана с тем, что в рамках подготовки Пятого оценочного доклада Межправительственной группы экспертов по изменению климата [33] была организована уже 5-ая фаза Международного проекта сравнения новых версий сопряженных моделей общей циркуляции атмосферы и океана CMIP5 (Coupled Models Intercomparison Project) [34...36]. На результаты именно этих моделей, протестированных на успешность воспроизведения прошлого климата в рамках CMIP5, опираются основные выводы о причинах и последствиях изменения глобального климата, сделанные в Пятом оценочном докладе МГЭИК. Основу CMIP5 составили расчеты климата 20-го века при заданных в соответствии с наблюдаемыми концентрациями парниковых газов и аэрозолей, а также расчеты климата 21-го века с учетом новой группы сценариев антропогенных выбросов – так называемых репрезентативных траекторий концентраций (РТК, или на английском языке Representative Concentration Pathways (RCP)). Всего в проекте приняли участие более пяти десятков версий моделей глобального климата, разработанных в разных исследовательских центрах мира [14, 34]. Вторая причина – необходимость получить оценку изменения климата с более хорошим пространственным разрешением с тем, чтобы при оценке воздействий климатических изменений на окружающую среду учесть региональные географические особенности, связанные с рельефом местности, водными объектами, характером подстилающей поверхности и др.

В рамках СМIP5 все центры, участвовавшие в СМIP5, выполнили унифицированные модельные расчеты с использованием единых репрезентативных траекторий концентраций. РТК описывают разные траектории выбросов и концентраций в атмосфере парниковых газов (ПГ) в 21-м веке. Для Пятого доклада МГЭИК научным сообществом был определен набор из четырех новых сценариев, именуемых репрезентативными траекториями концентраций (РТК). Они определяются суммарной величиной радиационного воздействия в 2100 г. по сравнению с 1750 г.: 2,6 Вт/м<sup>2</sup> для РТК2.6; 4,5 Вт/м<sup>2</sup> для РТК4.5; 6,0 Вт/м<sup>2</sup> для РТК6.0 и 8,5 Вт/м<sup>2</sup> для РТК8.5. Эти четыре РТК [30] включают один сценарий сокращения выбросов, который предполагает весьма низкий уровень воздействия (РТК2.6); два сценария стабилизации (РТК4.5 и РТК6.0) и один сценарий с весьма высокими уровнями выбросов парниковых газов (РТК8.5). Большинство расчетов по моделям, участвовавшим в СМIP5, выполнялись с заданными уровнями концентраций парниковых газов согласно РТК4.5 и РТК8.5, так как считается, что сценарий РТК2.6 практически не правдоподобный из-за предполагаемого малого количества выбросов, РТК6.0 – промежуточный между РТК4.5 и РТК8.5. Таким образом, в данной работе для оценки изменения регионального климата были выбраны 2 сценария – РТК4.5 и РТК8.5, что позволило получить диапазон характеристик изменения регионального климата [30].

Для получения более детальной пространственной информации о климате используются различные методы «downscaling», т.е. разукрупнения, или регионализации результатов моделей глобального климата. Можно выделить два основных подхода к регионализации: динамический метод, когда результаты глобальных моделей используются в качестве граничных условий в моделях климата для определенного региона (модели регионального климата); и различные статистические методы, учитывающие пространственные связи и закономерности распределения различных характеристик климата. Оба подхода имеют как положительные, так и отрицательные стороны, признаны мировым сообществом равноправными и оба широко применяются на практике. В данном исследовании для улучшения масштаба (регионализации) выходных данных МОЦАО использованы результаты статистического метода [28], представленные на платформе NASA NEX (National Aeronautics and Space Administration, NASA Earth Exchange, <https://cds.nccs.nasa.gov>), предназначенной для сотрудничества мирового

научного сообщества, обмена знаниями и исследованиями. Регионализация результатов каждой из моделей глобального климата была выполнена в узлы координатной сетки  $0,25^\circ \times 0,25^\circ$  (или примерно  $25 \times 25$  км). Это значительно улучшает пространственную детализацию климатических данных и их использование в задачах оценки воздействия изменений климата, в том числе на гидрологические процессы.

Необходимо отметить, что все результаты расчетов по каждой модели на платформе NASA NEX уже содержат корректировку на систематическую ошибку в моделях [32, 35]. Алгоритм сравнивает результаты МОЦАО с соответствующими климатическими наблюдениями за общий период и использует информацию, полученную из сравнения, для корректировки климатических прогнозов с тем, чтобы они более соответствовали историческим климатическим данным для исследуемого региона.

Один из источников неопределённости результатов моделирования связан с формулировкой самих моделей (их структурой, используемыми численными методами, параметризациями, параметрами). Для уменьшения неопределённости этого типа применяется ансамблевый подход, когда обобщаются результаты различных моделей. Применение ансамбля моделей дает возможность получить более достоверные распределения основных характеристик регионального климата. Это связано с тем, что систематические ошибки, присущие каждой модели в отдельности часто являются случайными по отношению к ансамблю моделей и при составлении ансамбля взаимно компенсируются [34, 28].

В мировой практике используется множество алгоритмов построения ансамблевых средних, в частности, используется алгоритм осреднения, в котором сначала из ансамбля исключаются модели, недостаточно хорошо воспроизводящие характеристики климата, с последующим осреднением оставшихся моделей с равными между собой весами [32]. Этот метод был применен для составления мультимодельного ансамбля для территории Казахстана, включая исследуемую территорию бассейна трансграничной реки.

В результате для получения проекций климата на будущее на территории бассейна р. Жайык (Урал) был сформирован ансамбль из 21 модели общей циркуляции атмосферы и океана (МОЦАО), участвовавших в CMIP5. Характеристики будущего климата и их изменения рассчитаны как средние по ансамблю МОЦАО для двух сценариев РТК – РТК4.5 и РТК8.5;

и для двух периодов – 2020...2039 гг. (или к 2030 г.) и 2040...2059 гг. (или к 2050 г.). Изменения климата оценивались относительно базового периода 1980...1999 гг. Изменения температуры рассчитаны как разность между средними многолетними ожидаемыми значениями и средними многолетними значениями за базовый период, для осадков – как отношение (в процентах) средних многолетних сумм осадков, смоделированных на будущее, к уровню количества осадков в базовый период.

Получено, что вероятное изменение средней годовой температуры воздуха по территории Жайык-Каспийского бассейна будет находиться в диапазоне 1,6...2,3 °С к 2030 г., к середине века (2050 г.) – 1,8...2,9 °С.

Повышение зимних температур ожидается в пределах 1,6...2,2 °С к 2030 г. и 1,8...2,8 °С к 2050 г.; весенних – на 1,5...2,4 °С к 2030 г., и на 1,7...2,9 °С к 2050 г.; летних – на 1,8...2,5 °С к 2030 г. и на 1,9...3,2 °С к 2050 г.; осенних – на 1,5...2,1 °С к 2030 г. и на 1,8...2,9 °С к 2050 г.

На территории Жайык-Каспийского бассейна ожидается небольшое увеличение осадков в зимний период – на 7,4...10,1 % к 2030 г. и на 9,9...12,4 % к 2050 г., и в весенний период – на 3,8...7,4 % к 2030 г. и на 5,7...9,0 % к 2050 г. Прогноз осадков летнего и осеннего периодов имеет большую неопределенность даже в знаке изменения. В летний период вероятно слабая тенденция увеличения осадков по сценарию RCP4.5, а по сценарию RCP8.5 к середине этого века ожидается уменьшение осадков. В результате диапазон возможных изменений в количестве летних осадков следующий: 4,2...9,0 % к 2030 г., минус 2,2...6,0 % к 2050 г., а количества осенних осадков – минус 1,1...2,2 % к 2030 г. и минус 2,0...6,7 к 2050 г.

**Оценка стока, поступающего на территорию Казахстана по р. Жайык (Урал).** Гидрографическая сеть бассейна р. Жайык насчитывает около 1150 больших и малых рек протяженностью 10 км и более. Из них 29 рек имеют длину свыше 100 км. Густота речной сети в бассейне крайне неравномерна [2, 7].

В нижней части г. Оренбург р. Жайык (Урал) принимает один из своих крупнейших притоков р. Сакмара (длина 790 км, площадь бассейна – 30200 км<sup>2</sup>). До места впадения р. Сакмара сток р. Жайык определяется в гидрометрическом створе г. Оренбург. Сток р. Сакмара измеряется в створах: с. Акьюлово, с. Сакмара и с. Каргала. Ниже по течению р. Жайык пересекает границу между Российской Федерацией и Республикой Казахстан. До 2007 г. наблюдения за стоком вблизи границы между Российской Федерацией и Республикой Казахстан не производились. Начиная с

2007 г., на реке Жайык у села Январцево были организованы наблюдения за уровнем воды, а с 2009 г. – наблюдения за стоком воды.

Измерение стока, формирующегося в верхней части бассейна р. Жайык, осуществляется в створе с. Кушум.

В последние десятилетия, при определении естественного стока р. Жайык и его притоков имеются значительные трудности, обусловленные влиянием на его величину хозяйственной деятельности человека. Поэтому восстановление естественного стока р. Жайык на границе с Российской Федерацией представляет для Республики Казахстан важнейшее значение при решении вопросов совместного использования водных ресурсов рассматриваемой трансграничной реки.

В рамках данной работы было произведено восстановление естественного стока р. Урал в створе г. Оренбург, р. Сакмара у с. Каргала, р. Жайык (Урал) – с. Кушум.

На рис. 3 приведена совмещенная разностная интегральная кривая восстановленного естественного и наблюдаемого (бытового) стока р. Урал – с. Кушум за период 1927...2019 гг., основные характеристики стока ( $C_v$ ,  $Q_{ср.}$ ,  $\Sigma$ ) приняты за естественный период.

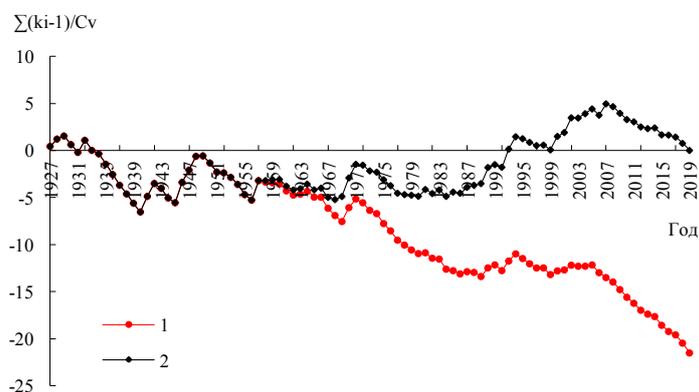


Рис. 3. Совмещенная разностная интегральная кривая восстановленного естественного и наблюдаемого (бытового) стока р. Урал – с. Кушум. 1 – р. Урал – с. Кушум (наблюденный сток); 2 – р. Урал – с. Кушум (восстановленный естественный сток).

В табл. 1 приведены основные статистические характеристики естественного стока и расходы воды различной обеспеченности реки Урал в створах с. Январцево (площадь водосбора 175000 км<sup>2</sup>) и с. Кушум (площадь водосбора 190000 км<sup>2</sup>). Использование характеристик, приведенных в табл. 1, позволяет производить оценку обеспеченности бытового стока,

поступающего по р. Жайык (Урал) в Республику Казахстан из Российской Федерации.

Таблица 1

Основные статистические характеристики естественного стока и расходы воды различной обеспеченности реки Жайык, м<sup>3</sup>/с

Период	Обеспеченность стока, %						
	5	10	25	50	75	80	95
1921...1957	Q <sub>0</sub> =327 м <sup>3</sup> /с Cv=0,68 Cs=0,80						
	732	621	454	298	169	96	16,0
1980...2009	Q <sub>0</sub> =401 м <sup>3</sup> /с Cv=0,39 Cs=0,66						
	686	610	494	383	288	267	180
1991...2019	Q <sub>0</sub> =352 м <sup>3</sup> /с Cv=0,47 Cs=1,5						
	770	653	491	357	263	240	187

**Определение годового стока р. Жайык (Урал) на перспективу до 2050 г.** Для оценки стока на перспективу рассматривались сценарии RCP4.5 и RCP8.5, которые охватывают диапазон вероятного изменения регионального климата, полученного по результатам моделей глобального климата в соответствии со сценариями антропогенных выбросов парниковых газов. Сценарий RCP4.5 – умеренного и достаточно вероятного сценария роста концентрации парниковых газов. Сценарий RCP8.5 – самый «жесткий» сценарий роста концентрации парниковых газов, сценарий при котором радиационная составляющая теплового потока подстилающей поверхности достигает 8.5 Вт/м<sup>2</sup>, а рост концентрации парниковых газов не останавливается на всем протяжении 21 века.

Возможное изменение стока реки Жайык (Урал) на перспективу до 2050 года оценивалось с помощью гидрологического метода – процедуры нормирования стока.

Имея значение смоделированных осадков за период 2021...2050 гг., а также коэффициент стока, рассчитанный за период 1990...2019 гг. и равный 0,17, был восстановлен средний естественный сток р. Жайык (Урал) за период 2021...2050 гг. (табл. 2).

Таблица 2

Характеристики водного баланса р. Урал – с. Кушум (F= 190000 км<sup>2</sup>)

Период/сценарий	Средние годовые осадки, мм	Средний сток р. Урал – с. Кушум	
		м <sup>3</sup> /с	мм
1990...2019	357	364	60,5
2021...2050	RCP4.5	366	62,0
	RCP8.5	352	59,6

Далее определяем ежегодный сток р. Жайык (Урал), начиная с 2021 г. по 2050 г. по формуле:

$$Q_i = Q_{cp} + \alpha \cdot \sigma, \quad (1)$$

где  $\alpha$  – параметр нормирования, равен:

$$\alpha = (Q_i - Q_{cp}) / \sigma, \quad (2)$$

где  $Q_i$  – расходы воды ( $\text{м}^3/\text{с}$ ) за каждый год;  $Q_{cp}$  – среднееголетние расходы воды ( $\text{м}^3/\text{с}$ ),  $\sigma$  – среднеквадратическое отклонение.

Сток р. Жайык за период 2021...2050 гг. был восстановлен по двум вариантам, для этого были использованы два различных сценария смоделированных осадков. Кроме того, сток был восстановлен для естественных условий, а также с учетом влияния антропогенной деятельности (табл. 3).

Бытовой сток на перспективу до 2050 г. восстанавливался как разность естественного восстановленного стока и средней величины водопотребления в бассейне, равной  $84,6 \text{ м}^3/\text{с}$  или  $2,67 \text{ км}^3$ . Средняя величина водопотребления в бассейне рассчитывалась как разность восстановленного естественного стока и бытового наблюдаемого стока реки Жайык в створе с. Кушум.

Таблица 3

Характеристики естественного и бытового стока р. Жайык на перспективу до 2050 г. с учетом климатических сценариев RCP4.5 и RCP8.5

Сценарий климата	Средние многолетние осадки, год, мм	W, восст. еств., км <sup>3</sup>	W, восст. бытовой, км <sup>3</sup>
RCP4.5	366	11,8	9,11
RCP8.5	352	11,3	8,65

Таким образом, получено, что в соответствии с проекциями изменения регионального климата, полученными по результатам моделей глобального климата, естественный сток р. Урал в зоне его формирования уменьшится в среднем на 7,24...10,8 %, а бытовой сток – на 6,6...11,3 %. Это тревожные показатели, так как в казахстанской части бассейна река Жайык (Урал) и ее притоки являются основными водными артериями для Атырауской, Актюбинской и Западно-Казахстанской областей.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Водные ресурсы Казахстана в новом тысячелетии. Алматы, 2004.– 40 с.
2. Водные ресурсы Казахстана: оценка, прогноз, управление. Т. IX: Внутренние и окраинные водоемы Казахстана (Арал, Балкаш, Каспий):

- кн. 1: Оценка современной и прогнозной динамики гидрологического режима озера Балкаш, Каспийского и Аральского морей / Шиварёва С.П., Ли В.И., Ивкина Н.И. – Алматы. – 2012 г. – 456 с.
3. Второй оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Фролов А.В. и др. (ред.), Т. П. Последствия изменения климата. 2014. – М.: Росгидромет. – 1004 с.
  4. Второй оценочный доклад Росгидромета об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. – М.: И.П. Пермяков С.А., 2014. – 1009 с.
  5. Георгиевский В.Ю., Цыценко К.В., Шалыгин А.Л. Оценка притока поверхностных вод в Каспийское море. В кн.: Гидрометеорологические аспекты проблемы Каспийского моря и его бассейна. СПб.: Гидрометеоиздат, 2003. – С. 217-229.
  6. Голубцов В.В. Об использовании модели формирования стока для оценки влияния антропогенных изменений климата на ресурсы поверхностных вод // Гидрометеорология и экология. – 1996. – № 4. – С. 132-137.
  7. Голубцов В.В., Линейцева А.В. О поступлении стока в Республику Казахстан по реке Жайык (Урал) // Гидрометеорология и экология. – 2010. – №1. – С. 84-88.
  8. Давлетгалиев С.К. Оценка водных ресурсов Жайык-Каспийского бассейна по водохозяйственным участкам // Гидрометеорология и экология. – 2015. – №4. – С. 73-80.
  9. Долгих С.А., Смирнова Е.Ю., Сабитаева А.У. К вопросу о построении сценариев изменения климата Казахстана // Гидрометеорология и экология. – 2006. – С. 7-20.
  10. Заявления ВМО о состоянии глобального климата [Электр. ресурс] URL: <https://public.wmo.int/en/our-mandate/climate/wmo-statement-state-of-global-climate#bootstrap-panel--2>, <https://public.wmo.int/en/media>.
  11. Ивкина Н.И. Изменение притока воды в Каспийское море в результате антропогенного воздействия и изменения климата на примере р. Жайык (Урал) // Гидрометеорология и экология. – 2016. – № 3. – С. 50-55.
  12. Изменение климата, 2014 г.: Обобщающий доклад. Вклад Рабочих групп I, II и III в Пятый оценочный доклад Межправительственной группы экспертов по изменению климата / Под ред. Р.К. Пачаури и Л.А. Мейер / МГЭИК. – Женева, Швейцария, 2014. – 163 с.
  13. Кароль И.Л. Введение в динамику климата Земли. – Л.: Гидрометеоиздат, 1988. – 215 с.

14. Клибашев К.П., Горошков И.Ф. Гидрологические расчеты. – Л.: Гидрометеиздат, 1970. – 460 с.
15. Линейцева А.В. Поступление стока в Республику Казахстан по реке Урал на перспективу до 2035 года // Гидрометеорология и экология. – 2010. – № 2. – С. 64-68.
16. Мелешко В.П., Катцов В.М., Мирвис В. М., Говоркова В.А., Павлова Т.В. Климат России в XXI веке. Часть 1. Новые свидетельства антропогенного изменения климата и современные возможности оценки его расчета // Метеорология и гидрология. – 2008. – № 6. – С. 5-19.
17. Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши 1991...2000 гг. Вып 2. Части 1 и 2. Бассейны рек Урал (среднее и нижнее течение) и Эмба. Алматы: 2009. – 209 с.
18. Оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. / Бедрицкий А.И. и др. (ред.), в 2-х томах, 2008.– М.: Росгидромет. – 298 с.
19. Оценочный доклад об изменениях климата на территории Казахстана. РГП «Казгидромет», г. Астана. – Астана, 2014. – 55 с.
20. Предварительные результаты исследований по р. Жайык (Урал) / Отчет проекта ЕС «Оказание помощи Казахстану по переходу к модели «зеленой» экономики». – 2017. – 96 с.
21. Ресурсы поверхностных вод СССР. Нижнее Поволжье и Западный Казахстан, – Т. 12, Вып. II. Урало-Эмбинский район. – Л.: Гидрометеиздат, 1970. – 512 с.
22. Ресурсы поверхностных вод СССР. Нижнее Поволжье и Западный Казахстан, – Т.12, Вып. II. Урало-Эмбинский район. Приложение. – Л.: Гидрометеиздат, 1970. – 151 с.
23. Ресурсы поверхностных вод СССР. Основные гидрологические характеристики (за 1963...1970 гг. и весь период наблюдений). Нижнее Поволжье и Западный Казахстан. – Т.12, Вып. II. Урало-Эмбинский район. – Л.: Гидрометеиздат, 1977. – 323 с.
24. Ресурсы поверхностных вод СССР: Гидрологическая изученность. Нижнее Поволжье и Западный Казахстан. – Т. 12, Вып. 2. Урало-Эмбинский район / Под ред. З.Г. Марковой – Л.: Гидрометеиздат, 1966. – 152 с.
25. Седьмое национальное Сообщение и третий двухгодичный Доклад Республики Казахстан Рамочной конвенций ООН об изменении климата. – Астана, 2017. – 303 с.

26. Сергин В.Я., Сергин С.Я. Системный анализ проблемы больших колебаний климата и оледенение Земли. – Л.: Гидрометеиздат, 1978. – 279 с.
27. Чибилев А.А. Бассейн Урала: история, география, экология – Екатеринбург: Изд-во «СВ-96». – 2008. – 310 с.
28. Hawkins E., Sutton R. The potential to narrow uncertainty in regional climate predictions // *Bull. Am. Meteorol. Soc.* – 2009. – V. 90. – P. 1095-1107.
29. Homogenization and Quality Control // WMO-TD. – Женева. – 2008. – N 1576. - 127 p.
30. Meinshausen M. et al. The RCP greenhouse gas concentrations and their extensions from 1765 to 2300 // *Climate Change*. – 2011. – Vol.109. – № 1-2. – P. 213-241.
31. Nakicenovic N., Alcamo J., Davis G., de Vries B., Fenhann J., Gaffin S., Gregory K., Grubler A., Jung T.Y., Kram T., La Rovere E. L., Michaelis L., Mori S., Morita T., Pepper W., Pitcher H., Price L., Raihi K., Roehrl A., Rogner H.-H., Sankovski A., Schlesinger M., Shukla P., Smith S., Swart R., van Rooijen S., Victor N., Dadi Z. IPCC Special Report on Emission Scenarios // United Kingdom and New York, NY, USA, Cambridge University Press, 2000.
32. Reichler T., Kim J. How well do coupled models simulate today's climate? // *Bull. Am. Meteorol. Soc.*, – 2008. – V. 89. – P. 303-311.
33. 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 Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* // Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. – 1535 pp.
34. Taylor Karl E., Ronald J. Stouffer, Gerald A. Meehl. An Overview of CMIP5 and the Experiment Design. *Bull // Amer. Meteor. Soc.* – 2012. - № 93.- Pp. 485-498.
35. Thrasher B., Maurer E. P., McKellar C., Duffy P. B. Technical Note: Bias correcting climate model simulated daily temperature extremes with quantile mapping // *Hydrology and Earth System Sciences*, –2012. – № 16(9). – Pp. 3309-3314.
36. Wood A.W., L.R. Leung, V. Sridhar, D.P. Lettenmaier. Hydrologic implications of dynamical and statistical approaches to downscaling climate model outputs // *Climatic Change*,15. – 2004. – Pp. 189-216.

Поступила 17.09.2020

Географ. ғылымд. канд.	Н.И. Ивкина
PhD	А.В. Галаева
Географ. ғылымд. канд.	С.Б. Саиров
Географ. ғылымд. канд.	С.А. Долгих
	Е.Ю. Смирнова

**КЛИМАТТЫҢ ӨЗГЕРУІН ЕСКЕРЕ ОТЫРЫП, 2050 ЖЫЛҒА  
ДЕЙІНГІ ПЕРСПЕКТИВАДА КӨШІМ АУЫЛЫНЫҢ  
ТҮСТАМАСЫНДАҒЫ ЖАЙЫҚ (ОРАЛ) ӨЗЕНІНІҢ ЖЫЛДЫҚ  
АҒЫНЫН БАҒАЛАУ**

**Түйін сөздер:** тұрмыстық ағын, табиғи қалпына келтірілген ағын, климаттың өзгеруі, трансшекаралық өзен, ағынның өзгеруін бағалау

*Мақалада қазіргі кезеңде Жайық (Орал) өзені бойынша Қазақстан Республикасының аумағына келіп түсетін ағындарды бағалау, сондай-ақ климаттың өзгеруінің әсерінен 2050 жылға дейінгі перспективада Жайық өзенінің ағынын бағалау келтіріледі. Бұдан басқа, Жайық өзенінің байқалған ағысының көпжылдық және маусымдық өзгерістерін зерттеу нәтижелері ұсынылған. Қазіргі заманғы климаттық өзгерістерге талдау жүргізілді, сондай-ақ 2050 жылға дейін климаттың өзгеру сценарийлерін таңдау негізделді.*

N.I. Ivkina, A.V. Galaeva, S.B. Sairov, S.A. Dolgikh, E.Yu. Smirnova

**ASSESSMENT OF THE ANNUAL RUNOFF OF THE ZHAIYK (URAL)  
RIVER – VII. KUSHUM FOR THE FUTURE UNTIL 2050 WITH  
CLIMATE CHANGE**

**Keywords:** domestic runoff, natural restored runoff, climate change, transboundary river, assessment of runoff change

*The article provides an assessment of the Zhaiyk River (Ural) runoff entering to the Republic of Kazakhstan territory during modern period, as well as an assessment of the Ural River flow until 2050 under the influence of climate change. In addition, the results of studies of long-term and seasonal changes in the observed Ural River flow are presented. The analysis of modern climate changes is carried out, as well as the choice of climate change scenarios up to 2050 is justified.*

УДК 911.2

Б.С. Керімбай<sup>1</sup>  
PostDoctor, проф. Н.Н. Керімбай<sup>1</sup>  
К.К. Мақаш<sup>2</sup>

### ЛАНДШАФТНОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ВЕРХНЕСАРЫНСКОЙ МЕЗОГЕОСИСТЕМЫ

**Ключевые слова:** ключевые участки, ландшафтное разнообразие, почвенно-растительный покров, почвенный профиль

*Работа является результатом изучения ландшафтного разнообразия при полевых комплексных исследованиях в Верхнешарынской мезогеосистеме. Исходными материалами для анализа послужили данные летних полевых исследований в 2019...2020 гг., в ходе которых было выполнено обследование по маршрутам и ключевым участкам. Выполнены ландшафтные описания на различных субгеосистемах 3-х ключевых участков по маршруту: Кеген – Сарыжаз – Шалкодесу. Основными ключевыми участками и точками наблюдения являлись: Шалкодесуский, Сарыжазский и Кегенский. На ключевых участках уточнены современные характеристики форм микро- и мезорельефа и приуроченных к ним определенных почвенных разностей и растительных ассоциаций. Анализ выполненной работы выявил структурную организацию и разнообразие ландшафтов исследуемой территории.*

**Введение.** В административном отношении исследуемая территория входит в Райымбекский и Кегенский районы Алматинской области, находится на крайнем юго-востоке Казахстана. Объектом исследования являются ландшафты зоны формирования стока бассейна реки Шарын. Шарын – крупный левый приток реки Иле – начинается на южном склоне восточной части хребта Кетмень [4]. Цель работы заключается в выявлении и анализе структуры разнообразных ландшафтов Верхнешарынской мезогеосистемы.

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

<sup>2</sup> КазНУ им. аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан

**Материалы и методы исследования.** Методологические основы и теоретические концепции в ландшафтной науке были разработаны в работах В.Б. Сочавы [10], А.А. Крауклиса [7], В.Н. Солнцева [9], А.Ю. Ретюм [7] и многих других ученых. Ландшафтный подход, принятый в контексте развития, коренится в интегративных исследованиях ландшафта с давними традициями в географии. Исследование ландшафта помещает анализ структуры и процессов в ландшафте в центр внимания, с другой стороны, исследование ландшафта фокусируется на целостных подходах, в которых ландшафт понимается как «территория, воспринимаемая людьми, чей характер является результатом действия и взаимодействия природных и/или человеческих факторов» [12].

Методологические подходы физико-географических исследований представлены в трудах ученых К.М. Джаналеевой [2], М.Ж. Жандаева [3]; Н.Н. Керімбай [14]. Мы считаем, что наиболее эффективным способом сохранения природного ландшафтного разнообразия является их всестороннее изучение.

Метод «ключевых» участков при полевых исследованиях используется для изучения наиболее типичных и важных геосистем, изучение которых позволит решить основные вопросы, необходимые для ландшафтного картографирования [1]. Во всех ключевых участках работа начиналась с осуществления навигации: приема спутниковых сигналов, определения координат, определения абсолютной высоты с использованием совмещенного изображения карты и снимка на GPS-навигаторе Garmin Map-62. Было осмотрено и выполнено описание рельефа по внешним морфологическим данным. Определялись метеоданные: температура воздуха колебалась между +27 °С и +30 °С, направление и скорости ветра С-В 4...5 м/сек.

Для описания морфологического строения профиля почвы и отбора почвенных образцов закладывались почвенные ямы (шурфы). Для изучения растительности во всех ключевых участках закладывались геоботанические площадки, проводился сбор гербария и описание растительности. Геоботанические описания растительных сообществ в точках наблюдений проводились на пробных площадках размером 1 м<sup>2</sup>. При описании сообществ учитывался состав, обилие (по шкале Друде) [8], высота растений, ярусность, жизненное состояние видов, фенофаза, общее проективное покрытие, характер распределения видов.

Кроме полевых работ систематизировались данные физико-географических исследований по архивным и картографическим материалам (М 1:500 000) [11], по сведениям, полученным из литературных и фондовых источников. Была выполнена камеральная обработка полученных данных. Обработка исходной информации и создание карты субгеосистем осуществлялись с применением ГИС на программе ArcGIS 10.1.

Методы ГИС-технологий рассматриваются как один из методологических подходов к изучению мезогеосистем и как возможность использования в ландшафтном картографировании, позволяют объединить большие объемы тематической информации в единую систему, и тем самым создать согласованную структуру данных для анализа имеющейся и получаемой информации [5, 15]. В этой работе выполнено описание ландшафтов по маршруту: Кеген – Сарыжаз – Шалкодесу (рис.1).

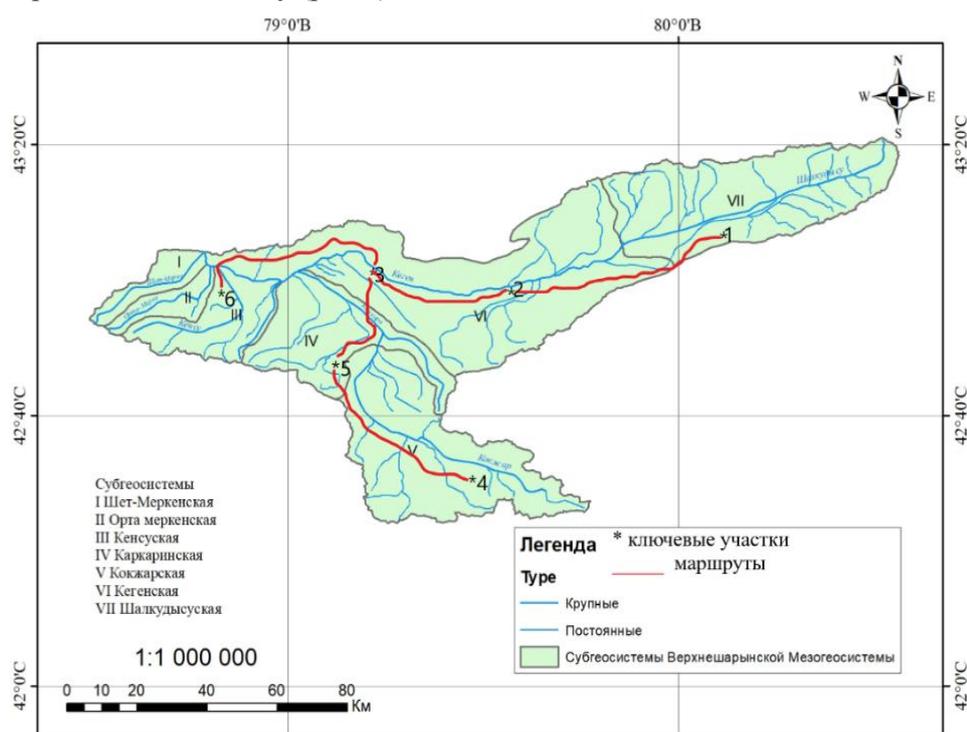


Рис. 1. Карта-схема ключевых участков и маршрутов летних полевых исследований 2019 г.

Основными ключевыми участками и точками наблюдения являлись: Шалкодесуский, Сарыжазский и Кегенский (таблица 1).

Таблица 1

Наименование и расположение ключевых участков

№	Наименование и расположение ключевых участков
1	На северо-восточной окраине села Тузколь, приподнятый участок Шалкодесуского среднегорья
2	В двух км. западнее трассы А-8, на северной окраине села Сарыжаз
3	Пойма реки Кеген, в 200м. от моста на трассе А-8, восточная окраина поселка Кеген

**Ключевой участок № 1.** Координаты: с.ш. 42° 96.473' в. д. 80° 11.201'. Высота над уровнем моря 2654 м. Северо-восточная окраина села Тузколь, Шалкодесуское среднегорье (рис. 2). Северный склон западной части хребта Тзген Каратау (Шалкоде жайлауы). Ключевой участок приурочен к Шалкодесуской субгеосистеме.

Приподнятый участок Шалкодесуского среднегорья с мелкими останцами поверхностей выравнивания, сложенный габбро-диоритами и валунно-галечниковым покровом с кустарниково-разнозлаковой растительностью на горных черноземах.

Профиль почвы имеет следующее морфологическое строение: характерный мощный дерновый горизонт (А= 8...18 см.) темновато-серого цвета, пороховидно-зернистой структуры, сменяющийся таким же по цвету, менее корешковатым средне или крупно-зернистым подгоризонтом мощностью 15...20 см. Ниже идет переходной гумусовый горизонт (В = 20...60 см) комковатой структуры, буровато-темно-серого цвета. Выделяется промежуточный горизонт (ВС= 30...40 см) достаточно прогумисированный, переходящий в желто-бурый карбонатно-иллювиальный горизонт (Ск), который в свою очередь сменяется лессовидным суглинком [6].

На заложенной геоботанической площадке (10 х 10) выполнено описание растительности. Например: кустарниково-разнозлаковые: ковыль, пырей, кизильник (*Stipa zalesskii*, *Agropyron cristatum*, *Cotoneaster*) в сочетании с кустарниковыми зарослями (*Rosa plathyacantha*, *Spiraea lasiocarpa*, *Rosa alberti*, *Lonicera albertii*, *Juniperus sabina* L (рис. 2)) на горных черноземах [14].

Проектное покрытие – 95 %, сор<sup>3</sup> (соріосае) – очень обильное, сор<sup>3</sup> (соріосае) – полная жизненность (растения имеют нормальный рост), ц<sub>2</sub> – полное цветение; растет повсеместными скоплениями.

**Ключевой участок №2.** Координаты: с.ш. 42° 80.758' в. д. 079°53.552'. Высота над уровнем моря 2003 м. В двух км западнее трассы А-8, на северной окраине села Сарыжаз, Кегенского район.

Ключевой участок приурочен к Кегенской субгеосистеме. Сорная поверхность межгорной равнины с заболоченными участками, сложенная гравийно-галечниково-суглинистыми отложениями с галофитно-чиево-кустарниковой растительностью на лугово-болотных почвах (рис. 2).



Рис.2. Шалкодесуское среднегорье.

Почвы сочетают в своем профиле признаки и лугового, и болотного почвообразования. Для их профиля характерно наличие на поверхности темноокрашенного гумусового горизонта А, переплетенного корнями. Здесь же присутствует большое количество полуразложившихся корневых остатков. Его мощность (А= 5...10 см.) Переходный горизонт В более светлый, с буроватыми оттенками, пронизан корнями растений, мощностью (В= 8...12 см). С глубины (С= 35...50 см) залегает оглеенный сизый, иногда пятнистый охристо-сизый слабогумусированный горизонт. Выделения карбонатов отсутствуют. В верхней части профиля наблюдаются слабые выцветы и блестки солей [6, 15].

На заложенной геоботанической площадке (10 x 10 м) выполнено описание растительности. Чиево-кустарниковое (*Achnatherum*, *Stipa L.*, *Kalidium schrenkianum*, *Tamarix hispida*, *Tamarix ramosissima*, *Berberis iliensis*, *Achnatherum splendens*) сообщество (рис. 3), осоковая и осоково-ситниковая растительность (*Carex*, *Juncus*) [13].

Проектное покрытие – 95 %, сор<sup>3</sup> (soriosae) – полная жизненность, (растения имеют нормальный рост), ц<sub>2</sub> – полное цветение; растет повсеместными скоплениями.



Рис.3. а) Цветущий тамариск; б) Барбарис илейский.

**Ключевой участок №3.** Координаты: с. ш. 43° 01.758' в. д. 079° 13.552'. Высота над уровнем моря 1809 м. У реки Кеген, в 200 м. от моста на трассе А-8, восточная окраина поселка Кеген. Ключевой участок приурочен к Кегенской субгеосистеме (рис. 4 а) и представлен ландшафтами, приуроченными к пойме р. Кеген.

Аккумулятивная надпойменная терраса, сложена супесчано-суглинистыми отложениями с разнополынно-злаковой растительностью на лугово-каштановых почвах [5].

Профиль почвы имеет следующее морфологическое строение: А – гумусовый горизонт мощностью 25...30 см, темно-серый, рыхлый, комковато-порошистой структуры; В – переходный горизонт мощностью около 20 см, бурый, комковато-призматической структуры, мощность А+В – 45...55 см; С – горизонт гумусовых затеков мощностью около 30...35 см, светло-бурый с бурыми потеками, призматической структуры (рис. 4 б) [6].

На заложенной геоботанической площадке (10 x 10 м) выполнено описание растительности. Разнополынно-злаковое (*Artemisia absinthium*, *communis absinthium*, *pariunt absinthia album*) сообщество: пырей, люцерна серповидная, донник желтый (*Agropyrum repens*, *Medicago falcata*, *Melilotus officinalis*) и др. [13].

Проектное покрытие – 65 %, сор<sup>2</sup> (soriosae) – довольно обильное, сор<sup>2</sup> (soriosae) – средняя, (цветут не все экземпляры), ц<sub>2</sub> – не полное цветение; растет не повсеместными скоплениями.



а



б

Рис. 4. а) Кегенская субгеосистема; б) Почвенный профиль, кл.уч.3.

**Результаты работы.** Камеральная обработка полевых исследований и ландшафтный анализ картографических и др. материалов показали, что Верхнешарынская мезогеосистема представлена разнообразными природными комплексами, в том числе, и биологическим разнообразием. При выделении ландшафтов учитывались характер рельефа, разнообразия почвенно-растительных характеристик. Приводим описание выделенных нами ландшафтов всех субгеосистем (табл. 2) Верхнешарынской мезогеосистемы.

Таблица 2

Ландшафтное разнообразие Верхнешарынской мезогеосистемы

№	Ландшафтное разнообразие
1	Ешкилиташское высокогорье с альпийскими формами рельефа и фрагментами современного оледенения с единичными растениями и мохово-лишайниковым покровом.
2	Баскаркаринское высокогорье с мелкими участками современного оледенения с манжетково-кобрезиевыми лугами и мохово-лишайниковым покровом.
3	Аюсайское высокогорье с древнеледниковыми формами рельефа, сложенное гранитоидами и диоритами с нивально-луговой и кобрезиевой растительностью на горно-луговых почвах.
4	Кокпакское высокогорье с древнеледниковыми формами рельефа, сложенное гранитоидами с нивально-луговой и манжетковой растительностью на горно-луговых почвах.
5	Верхне-Каркаринское высокогорье с останцами поверхностей выравнивания, сложенное гранитоидами и диоритами с нивально-луговой и манжетковой растительностью на горно-луговых почвах.
6	Жаланашское высокогорье с денудационно-расчлененными склонами, сложенное гранитоидами и диоритами с субнивально – разнотравной растительностью на горно-луговых почвах.
7	Турукское высокогорье с эрозионно- расчлененными склонами, сложенное андезитами, габродиоритами с крутыми ущельями с криофитно-разнотравной растительностью с дерновинными злаками на горно-луговых

№	Ландшафтное разнообразие
	щебнистых почвах.
8	Кокжарское высокогорье с крутостенными ущельями и руслами временных водотоков, сложенное валунно-галечниковыми отложениями с щебнисто-суглинистым покровом с криофитно-разнотравно-кобрезиево-осоковой растительностью на горных луговых почвах.
9	Ашурторское высокогорье с сильно расчлененными склонами и многочисленными саями с крупными поверхностями выравнивания, сложенное гранитами, андезитами с покровом щебнисто-суглинистых отложений с арчево-елово-разнотравной растительностью на горно-луговых почвах.
10	Токшитауское высокогорье с останцами поверхностей выравнивания, сложенное гранитоидами и диоритами с нивально-луговой растительностью на горно-луговых почвах.
11	Каратауское высокогорье с денудационно-расчлененными склонами, сложенные гранитоидами и диоритами с субнивально-разнотравной растительностью на горно-луговых почвах.
12	Шет и Ортамеркенское среднегорье слаборасчлененное с крупными поверхностями выравнивания, сложенное гранитами и диоритами с каменисто-щебнистым покровом с еловыми лесами и подлеском из мохово-травяной растительности на горно-лесных серых почвах.
13	Кенсуское среднегорье сильно расчлененное, сложенное гранитами и диоритами с субальпийскими лугами с арчево-еловыми лесами на горно-лесных темноцветных почвах.
14	Талды-булакское среднегорье с останцами выравнивания, сложенное габбро-диоритами и валунно-галечниковым покровом с кустарниково-ковыльно-злаковой растительностью на горных черноземах.
15	Жарганакское среднегорье с мелкими останцами выравнивания, сложенное габбро-диоритами и валунно-галечниковым покровом с типчаково-ковыльно-чирковой растительностью.
16	Ирсуское среднегорье слаборасчлененное с участками поверхностей выравнивания, сложенное мощным покровом валунно-галечниковых отложений с кустарниково-типчаково-разнотравной растительностью на горных черноземных почвах.
17	Чаркудукское среднегорье сильно расчлененное, сложенное габродiorитами с крупными поверхностями выравнивания с многочисленными саями и субальпийскими и альпийскими лугами с фрагментами арчево-еловой растительности на горно-луговых почвах.
18	Мынжилкиское среднегорье слаборасчлененное, сложенное гранитоидами, андезитами с многочисленными саями и руслами речных притоков с арчево-еловыми лесами на горно-лесных почвах.
19	Басульгауское среднегорье сложенное габродiorитами с участками поверхностей выравнивания и руслами речных притоков с хвойными лесами с фрагментами арчево-разнотравной растительности на горно-лесных почвах.
20	Ельшин-Буйрюкское среднегорье с мелкими останцами поверхностей выравнивания, сложенное гранитоидами и диоритами с арчево-еловыми лесами с фрагментами кустарниково-разнотравной растительности на горно-лесных темноцветных почвах.
21	Шошанайское среднегорье с участками поверхностей выравнивания, сложенное гранитоидами и диоритами с еловыми лесами и подлеском из разнотравной растительности на горно-лесных почвах.

№	Ландшафтное разнообразие
22	Западно-Кетменское среднегорье слаборасчлененное, сложенное гранитоидами с поверхностями выравнивания и многочисленными руслами временных водотоков с арчево-еловыми лесами с фрагментами субальпийских лугов на горно-лесных темноцветных почвах.
23	Темирликское среднегорье слаборасчлененное, сложенное гранитоидами с поверхностями выравнивания и многочисленными руслами временных водотоков, субальпийскими криофильными лугами и можжевельным редколесьем на горно-луговых почвах.
24	Кулуктауское среднегорье грядово-гривистое, сложенное габрро и диоритами с мелкими ущельями с еловыми лесами на горно-лесных темноцветных почвах.
25	Мурабское среднегорье грядово-гривистое, сложенное габрро и диоритами с мелкими ущельями и участками поверхностей выравнивания с мелколиственными лесами и разнотравным подлеском на горно-лесных темноцветных почвах.
26	Кошкарское среднегорье грядовое со слаборасчлененными склонами и мелкими гривами, сложенное гранитоидами и диоритами с лиственно-еловыми лесами и фрагментами сазово-луговой растительности на горно-лесных почвах.
27	Южно-Кетменское среднегорье грядовое с сильнорасчлененными склонами и мелкими гривами, сложенное гранитоидами и диоритами с можжевельным редколесьем с фрагментами лугов на горно-лесных и горно-луговых почвах.
28	Акбулакское среднегорье увалистое с хвойными лесами и фрагментами редких можжевельников на горно-лесных темносерых почвах.
29	Шоладырское среднегорье с мелкими саями, сложенное диоритами с мощным покровом валунно-галечниковых отложений с кустарниково-разнотравно-злаково-типчаковой растительностью на горных черноземных почвах.
30	Верхне-Шалкодесуское среднегорье с мелкими саями и руслами временных водотоков, сложенное валунно-галечниковыми отложениями с разнотравно-злаково-типчаковой растительностью на горных черноземных почвах.
31	Средне-Шалкодесуское среднегорье с мелкими останцами поверхностей выравнивания, сложенное габрро-диоритами и валунно-галечниковым покровом с кустарниково-разнозлаковой растительностью на горных черноземах.
32	Нижне-Шалкодесуское среднегорье с мелкими останцами поверхностей выравнивания, сложенное габрро-диоритами и валунно-галечниковым покровом с типчаково-красноковыльно-чиевой растительностью, на горных черноземах.
33	Жалбулакское среднегорье с многочисленными руслами временных водотоков, сложенное габрро и диоритами с фрагментами мелколиственных лесов и разнотравных лугов на горных каштановых почвах.
34	Айгыршокское среднегорье с мелкими останцами поверхностей выравнивания и сухими руслами, сложенное валунно-галечниковым покровом с мелкокустарниково-типчаковой растительностью на горно-каштановых почвах.

При анализе выполненной работы выяснено, что природные комплексы, приуроченные к бассейну реки Шарын в верхнем течении своей деятельностью формируют Верхнешарынскую мезогеосистему, представленную 34 видами ландшафтов. Разнообразие ландшафтов объясняется разнообразием геоморфологических, геологических и климатических условий территории. Значительные изменения растительного покрова прослеживаются по высотным поясам. В общих чертах они совпадают с гипсометрическими уровнями рельефа.

Характерной особенностью среднегорно-высотного пояса является сильная расчлененность рельефа, с активными процессами эрозионной деятельности. Верхняя часть этого пояса занята альпийскими и субальпийскими лугами. Окраины нижних участков среднегорно-высотного пояса покрыты еловыми лесами и высокотравными альпийскими лугами. Нижняя и средняя части данного пояса покрыты лесами и высокотравными альпийскими лугами. Растительность представлена еловыми лесами с подлеском из рябины, жимолости, шиповника. Травянистый покров разрежен (мятлик лесной, герань, борец и др.) [15]. На пологих участках северных склонов субгеосистем Верхнешарынской мезогеосистемы, растительный покров представлен широколиственными редколесьями из дикой яблони, урюка, боярышника и кустарниковыми зарослями барбариса, шиповника, малины, смородины и т.д. В растительном покрове относительно ровных увалов и пологих склонов преобладают ковыль, полынь, костер и др. Ниже располагаются темнокаштановые почвы под типчаково-ковыльной растительностью и светло-каштановые почвы под типчаково-полынной растительностью на конусах выноса временных водотоков. Южные склоны лесного пояса в кустарниковых степях представлены эфедрой и караганниками, в травянистом покрове преобладают тимьян, овсяница, горный лук, хвощ, мятлик луговой, типчак.

**Выводы:** В результате камеральной обработки исходной информация полученной при полевых ландшафтных исследованиях и по анализу фондовых материалов выявлено ландшафтное разнообразие Верхнешарынской мезогеосистемы. Проведенный анализ выполненной работы может быть использован для дальнейшего изучения природно-территориальных комплексов региона, послужить базой для подготовки тематических цифровых карт на ландшафтной основе, дальнейших исследований природных комплексов и биоразнообразия области, их систематизации и классификации, ландшафтного районирования. Кроме

того, результаты исследования могут быть использованы при разработке рекомендаций по эффективной организации территории с учетом особенностей ландшафтной структуры региона. Для решения комплексных многоотраслевых проблем освоения и рационального использования природных ресурсов.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Беручашвили Н.Л. Методы комплексных физико-географических исследований. – Москва: Московский ун-т, 1977. – С. 20-21.
2. Джаналеева К.М. Физическая география Республики Казахстан. – Астана: Аркас, 2010. – С. 436-439.
3. Жандаев М.Ж. Геоморфология Заилейского Алатау. -Алма-Ата: Наука, 1972. – 167 с.
4. Ивкина Н.И., Шенбергер И.В., Терехов А.Г. Особенности водного режима р. Шарын в современных условиях // Гидрометеорология и экология. – 2019. –№ 3. – С. 59-67.
5. Керімбай Б.С., Керімбай Н.Н., Макаш К.К. Методологические подходы к изучению Верхнешарынской мезогеосистемы // Гидрометеорология и экология. – 2000 – №1 (96). – С. 17-26.
6. Керімбай Н.Н., Керімбай Б.С., Ахметов Е.М. и др. Современное состояние рекреационного потенциала природной среды Шарынского ГНПП. – Нур-Султан: ИП Ильченко, 2020. – С. 85-87.
7. Крауклис А.А. Проблемы экспериментального ландшафтоведения. Новосибирск: Наука, – 1979. – С. 125-126.
8. Макунина Г.С. Методика полевых физико-географических исследований. Структура и динамика ландшафта. – Москва: Московский ун-т, 1987. – С. 36-38.
9. Солнцев В.Н. Системная организация ландшафтов: проблемы методологии и теории. – Москва: Мысль, 1981. – С. 21-22.
10. Сочава В.Б. Введение в учение о геосистемах. – Новосибирск: Наука, 1978. – 32 с.
11. Топографическая карта Алматинской области РК. Масштаб 1:200 000. – Алматы: РКП «Картография», 2002.
12. Burgi M., Ali P., Chowdhury A., Heinemann A., Hett C., Kienast F., Mondal M.K., Upreti B.R., Verburg P.H. Integrated landscape approach: Closing the gap between theory and application // Sustainability (Switzerland). – 2017. – V. 9 (8). – Pp. 1370-1371.

13. Chronicle of nature, § 2, State and dynamics of change of elements biological complex on the territory of the Sharyn SNNP for 2006-2018. Rare and endangered plant species, endemic and relics. –Shoongy:Scientific Department of SHSNNP,2018. – С. 58-59.
14. Kerimbay N.N. (2015) Rational use of landscapes of geosystems of the Sharyn river basin. – Saarbrucken, Germany: LAP Lambert Academic Publishing, 2015. – Pp. 24-25.
15. Kerimbay B.S., Janaleeva K.M., Kerimbay N.N. Tourist and recreational potential of landscapes of the specially protected natural area of Sharyn of the Republic of Kazakhstan. Scopus “GeoJournal of Tourism and Geosites” (GTG). – 2020. –V. 28. – №1. – Pp. 69-70.
16. Retejum A.Ju., Snytko V.A. The geosystem concept in modern landscape science // Materials of the XII Inter. Landscape Conf., Tyumen-Tobolsk, Russia, 2017. – Pp. 24-27.

Поступила 23.09.2020

PostDoctor, проф.                   Б.С. Керімбай  
   Н.Н. Керімбай  
   К.К. Мақаш

#### **ЖОҒАРҒЫШАРЫН МЕЗОГЕОЖҮЙЕСІНІҢ ЛАНДШАФТТАРЫНЫҢ АЛУАНТҮРЛІЛІГІ**

**Түйін сөздер:** негізгі зерттеу учаскелері, ландшафттың алуантүрлілігі, өсімдік-топырақ жамылғысы, топырақ құрылымы

*Жұмыс Жоғарғышарын мезогеожүйесіндегі далалық кешенді зерттеулер кезінде ландшафттардың әртүрлілігін зерттеудің нәтижесі болып табылады. Талдау үшін бастапқы материалдар 2019...2020 жылдардағы жазғы далалық зерттеулердің деректері болды, оның барысында маршруттар мен негізгі учаскелер бойынша зерттеу жүргізілді. Ландшафттық сипаттамалар маршрут бойындағы 3 негізгі аймақ: Кеген-Сарыжаз-Шалкөдесу субгеожүйелерінде жасалды. Негізгі түйіндер мен бақылау нүктелері: Шалкодеусский, Сарыжазский және Кегенский болды. Негізгі учаскелерде микро- және мезорелифтік формалардың және топырақтың белгілі бір сорттарының және олармен байланысты өсімдіктер бірлестігінің заманауи сипаттамалары нақтыланды. Орындалған жұмысты талдау зерттеу аймағының ландшафттарының құрылымдық ұйымдастырылуын және әртүрлілігін анықтады.*

B.S. Kerimbay, N.N. Kerimbay, K.K. Makash

## **LANDSCAPE DIVERSITY OF THE UPPERSARYN MESOGEOSYSTEM**

**Key words:** key areas, landscape variety, soil-vegetable cover, soil profile

*The work is the result of the study of landscape diversity in field complex studies in the Uppersharyn mesogeosystem. The initial materials for the analysis were the data of the summer field research in 2019...2020, during which a survey was carried out along the routes and key sites. Landscape descriptions were made on various subgeosystems of 3 key areas along the route: Kegen-Saryzhaz-Shalkodesu. The main key sites and observation points were: Shalkodesu, Saryzhaz and Kegen. At key sites, the modern characteristics of micro- and mesorelief forms and certain soil varieties and plant associations associated with them were clarified. Analysis of the work performed revealed the structural organization and diversity of landscapes of the study area.*

УДК 551.501: 629.195.1

Доктор техн. наук  
Канд. техн. наукА.Х. Ахмеджанов<sup>1</sup>  
Т.К. Караданов<sup>1</sup>  
Н.А. Кенжебеков<sup>1</sup>**ТЕХНОЛОГИЯ РЕГИОНАЛЬНОГО КОСМИЧЕСКОГО  
МОНИТОРИНГА ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ В АТМОСФЕРЕ  
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН**

**Ключевые слова:** мониторинг, атмосфера, содержание, парниковые газы, технология, климат, информационная система

*Рассмотрены вопросы построения информационной системы регионального космического мониторинга парниковых газов в атмосфере над территорией Казахстана. Предлагается информационная технология для ведения регионального космического мониторинга парниковых газов в атмосфере. Описывается состав, структура и взаимосвязь параметров информационной системы. Выполнено описание работы информационной системы регионального космического мониторинга парниковых газов в атмосфере. Представлены основные результаты исследования динамики содержания метана в атмосфере Казахстана.*

**Введение.** В связи с изменением климата и необходимостью глобального контроля за повышением содержания парниковых газов в атмосфере Всемирная Метеорологическая Организация (ВМО) инициировала разработку Интегрированной глобальной информационной системы по парниковым газам (ИГИС ПГ) в июне 2016 г., чтобы помочь направлять важные мероприятия по сокращению выбросов ПГ в условиях изменения климата.

Новая система будет способствовать обеспечению деятельности по смягчению воздействий на изменение климата. Работы по осуществлению ИГИС ПГ ведутся после одобрения концептуального документа

---

<sup>1</sup>АО "Национальный центр космических исследований и технологий", г. Алматы, Казахстан

Исполнительным советом ВМО [3] в июне 2016 г. Система основывается на данных дистанционного зондирования Земли.

Методы дистанционного зондирования позволяют оперативно проводить анализ изменений, происходящих в атмосфере во времени и пространстве, выявлять техногенные аварии и катастрофы. Описание всех основных отечественных и зарубежных оперативных космических систем дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) с анализом информационных возможностей бортовых датчиков, характеристик, используемых в космических аппаратах, а также особенностей построения и функционирования систем приема, обработки и распространения спутниковой информации представлены в [1].

Служба мониторинга атмосферы Коперника (CAMS) [7] предоставляет согласованную и контролируемую информацию, связанную с загрязнением воздуха и состоянием здоровья, солнечной энергией, парниковыми газами и воздействием климата, солнечной энергией, парниковыми газами и их воздействием на климат. Прибор TROPospheric Monitoring (TROPOMI) является спутниковым прибором на борту спутника Copernicus Sentinel-5. Sentinel-5 Precursor (S5P) – первый из состава атмосферы Sentinels, запущенный 13 октября 2017 года, запланированный на семилетнюю миссию. TROPOMI определял и картировал углекислый газ, метан, окись углерода, оксид азота и аэрозоли. Изменение сценария операций Copernicus Sentinel 5P с увеличенным пространственным разрешением с 7,2 км до 5,6 км вдоль трассы для всех измерений было проведено и действует с 6 августа 2019 года.

Система анализа данных NASA Giovanni [4] была признана полезным инструментом для доступа и анализа множества различных типов данных дистанционного зондирования. Giovanni, онлайн-инструмент визуализации и анализа NASA Goddard, позволяет пользователям исследовать различные атмосферные явления, не изучая форматы данных дистанционного зондирования и не загружая объемные данные. Спутник наблюдений за парниковыми газами GOSat, также известный как Ibuki [5], предназначен для мониторинга парниковых газов. Он был разработан Японским агентством аэрокосмических исследований (JAXA) и запущен 23 января 2009 года из Космического центра Танегасима. Глобальный атмосферный реанализ спутниковых данных осуществляет система MERRA-2 [6] на уровне глобального управления, моделирования и ассимиляции спутниковых данных. Цели этой системы

закключаются в обеспечении учета параметров глобальной атмосферы и аспектов климатической системы, включая газовые компоненты и улучшенное представление поверхности Земли. MERRA-2 является одной из первых глобальных систем реанализа спутниковых данных для ассимиляции космических наблюдений газов и аэрозолей, и представления их взаимодействия с другими физическими процессами в климатической системе.

Структурно спутниковая система мониторинга (рис. 1) включает: орбитальный и наземный сегменты, которые осуществляют функции наблюдения; информационные технологии, позволяющие проводить обработку и визуализацию спутниковых данных; математического моделирования для получения недостающих параметров; оценки фактического и прогнозного содержания парниковых газов.

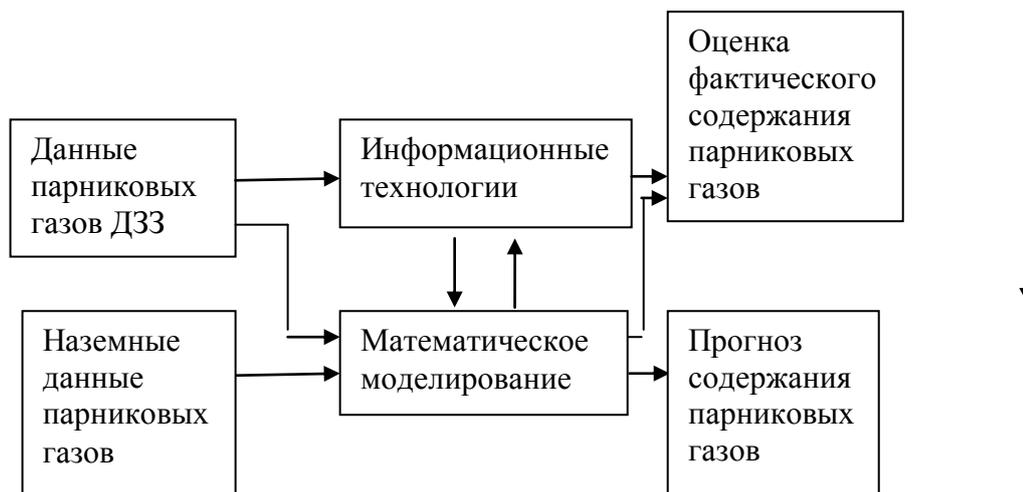


Рис. 1. Структура космического мониторинга парниковых газов.

Накопление спутниковых данных парниковых газов происходит в базе TIGR, информационной системе BADC. На спутнике Aura (NASA, США) находятся сенсоры TES, MLS и др., на спутнике AQUA (NASA, США) – AIRS и MODIS, на спутнике ENVISAT (ESA) – SCIAMACHY, на спутнике METOP-A (ESA) – IASI, на спутнике GOSAT (JAXA, Япония) – TANSO-FTS. Аналитическая система GIOVANNI: GES-DISC (Goddard Earth Sciences Data and Information Services Center) Interactive Online Visualization and Analysis Infrastructure объединяет данные со многих спутниковых систем. По данным сенсора TES / Aura, регистрирующего

спектры поглощения в инфракрасном диапазоне в тропосферных слоях атмосферы, восстанавливаются вертикальные профили  $\text{CH}_4$ ,  $\text{O}_3$  и др., доступные на сайте GIOVANNI за период 2004...2010 годы.

Прибор AIRS на спутнике Aura представляет собой многоканальный дифракционный спектрометр, позволяющий получать информацию о профилях температуры и влажности воздуха, концентрации различных газов. Спектрометр TES измеряет уходящее ИК тепловое излучение ( $650...3050 \text{ см}^{-1}$ ). Высокое спектральное разрешение измерений регистрирует содержание газовых компонент атмосферы. Прибор HIRDLS (High Resolution Dynamics Limb Sounder) – это радиометр (спектральные каналы в области от 6 до 17 мкм). Этот прибор позволяет получать профили температуры, содержания различных парниковых газов. Спектрометр MLS (Microwave Limb Sounder) проводит спектральные микроволновые измерения излучения горизонта Земли, позволяет определять профили температуры воздуха и содержание парниковых газов на различных высотах.

На японском спутнике GOSAT функционируют два прибора: интерферометр TANSO-FTS и видеоприбор TANSO-CAI (Thermal And Nearinfrared Sensorfor carbon Observations – Cloudand Aerosol Imager). Эти приборы измеряют содержание углекислого газа, метана, водяного пара и других газов в отдельных точках земной поверхности. В системе национальной гидрометеорологической службы наблюдения за состоянием окружающей среды проводится мониторинг состояния окружающей среды в соответствии с Экологическим Кодексом Республики Казахстан, включающим в себя наблюдения за загрязнением наземного атмосферного воздуха во всех крупных населенных пунктах. Выпущены информационные бюллетени о состоянии окружающей среды за 2017 и 2019 годы с данными измерений загрязняющих веществ в атмосфере во всех городах Республики Казахстан [2].

В блоке информационные технологии были использованы программные средства полного цикла, а также узкоспециализированные, с последующей разработкой операций взаимодействия между ними. Было применено программное обеспечение ArcGISServer. Серверное программное обеспечение (ПО) обеспечивает первичную обработку пользовательских запросов, обеспечивая пользователя взаимосвязью с данными и ПО для работы с пространственными данными (Windows, IIS,

NETCore, C#). Серверное ПО разработано в виде веб-приложения с использованием фреймворка .NETCore на языке программирования C#. СУБД (PostgreSQL) служит для хранения данных (в том числе пространственных), обеспечения доступа к ним. Сервер ПО для работы с пространственными данными (GeoServer) обеспечивает предварительную конвертацию этих данных.

При выборе итогового набора инструментов разработки, отдельное внимание было уделено поддержке ими формата Open Geospatial Consortium (OGC) – WebMapService (WMS). WMS – это протокол передачи (интерфейс) пространственных данных. Задача данного интерфейса – это предоставление конечным пользователям (или разработчикам) унифицированного доступа к пространственным данным. На базе инструментов OSGeo было создано геоинформационное веб-приложение.

В сегменте математического моделирования представлены реализация задач дистанционного зондирования параметров с ИСЗ в диапазоне инфракрасного излучения. Одной из задач является восстановление вертикального профиля содержания парникового газа в атмосфере. Измеряемое спутниками тепловое излучение есть сумма всех излучений элементарных слоев атмосферы. Каждый слой характеризуется функцией ослабления теплового излучения, которая зависит от вертикального профиля малых газов, давления и температуры воздуха, угла визирования, а также от длины волны. Уходящее излучение земли генерируется в различных слоях земной атмосферы и тем самым отражает плотностный режим этих слоев или их концентрацию в них. Такое положение может быть физическим обоснованием представления искомых функций в виде ряда. Значения коэффициента поглощения конкретного газа могут быть получены из базы данных HITRAN, которая содержит спектроскопические данные о молекулярном поглощении газов, в том числе коэффициент поглощения излучения газа в атмосфере. Вычисление спектральных профилей линий молекул газа основано на линейном методе, который суммирует стандартные формы линий отдельных линий поглощения. Общий коэффициент молекулярного поглощения в атмосфере представляет собой, в первом приближении, сумму коэффициентов поглощения в отдельных линиях поглощения атмосферного газа.

Важной задачей является определение значений содержания парниковых газов на уровне земной поверхности. Это важно, применительно к неоднородному рельефу Казахстана, поскольку имеющиеся спутниковые данные представлены в изобарической системе координат. Нижнее значение в этой системе, 1000 гПа, соответствует уровню моря, а рельеф Казахстана очень разнообразен от Прикаспийской низменности на западе, Казахского мелкосопочника в центре, до гор на юго-востоке. На основе топографии и температурного режима на момент расчета пересчитывается поле давления, затем значение содержания парникового газа определяется в расчетной точке на местности.

**Система космического мониторинга парниковых газов.** Система (рис. 2) обеспечивает быстрое и простое интерактивное средство для научных данных пользователей, для изучения различных явлений, комбинации параметров, генерирует графики, поддерживает HDF, HDF-EOS. Предоставлена возможность выбора временного диапазона данных, один или несколько параметров из этого набора данных и тип вывода.



Рис. 2. Система космического мониторинга парниковых газов.

Создана возможность выбора временного диапазона данных, один или несколько параметров из этого набора данных, и тип вывода. Предоставляется выбор диапазона дат, селектор диапазона даты будет

выбирать год и месяц. Усредненная по времени карта отображает значения данных для каждой ячейки сетки в указанной пользователем области, усредненной (линейно) по заданному пользователем временному диапазону в качестве слоя карты. Значения заполнения не влияют на среднее значение времени. Сгенерированная карта может быть увеличена и развернута. Параметры сюжета включают установку минимальных и максимальных значений для цветовой шкалы и, в некоторых случаях, выбор других палитр. Карты векторной величины, такие как величины скорости ветра, вычисляют величину вектора на каждом временном шаге, прежде чем усреднять значения каждой ячейки сетки во времени. Векторные карты вычисляют средние значения широтной и продольной составляющих каждой ячейки сетки во времени и отображают полученные векторы. Анимация отображает отдельные карты временных интервалов переменной данных в анимированной последовательности. Каждый файл, включенный в анимацию, может быть загружен в ZIP-файл, содержащий каждое изображение в формате PNG. Они могут использоваться для создания анимированного видео в других приложениях. Для карт накопления доступно несколько переменных, в которых вместо усреднения с течением времени общая сумма вычисляется с течением времени для данной ячейки сетки. Карты месячного накопления заполняются, когда месячный средний график вычисляет средние значения для определенного месяца или трехмесячного периода, соответствующего метеорологическому сезону. Среднее вертикальное распределение метана по территории Казахстана за 2019 год представлено на рис. 3.

Средние значения вычисляются в течение лет, указанных на экране выбора, и отображаются на карте. Создана возможность выбора более одного месяца или сезона, сезонные средние значения для определенного месяца или трехмесячного периода, соответствующего метеорологическому сезону. Стандартный график временных рядов производится путем вычисления пространственных средних значений по выбранной пользователем области заданной переменной для каждого временного шага в пределах диапазона пользователя. Значения заполнения не влияют на пространственные средние значения. Каждое среднее значение затем рисуется со временем, чтобы создать выход временного ряда. Сезонная серия времени вычисляет усредненные по площади временные ряды на каждый год (рис. 4...6).

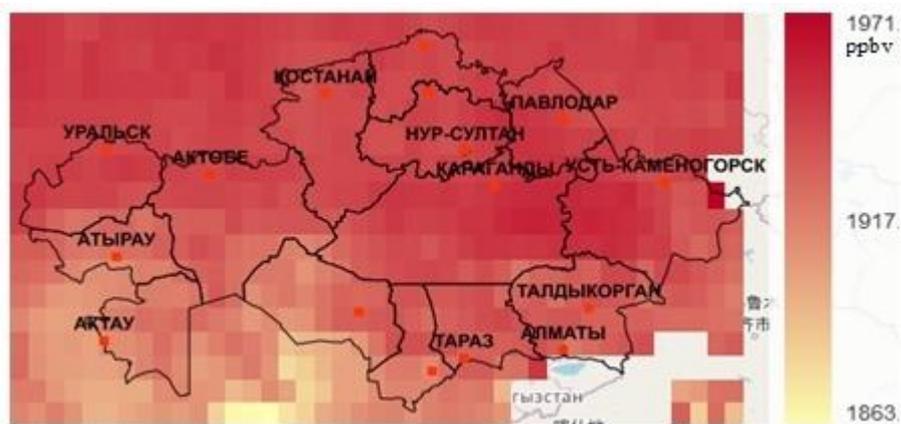


Рис. 3. Распределение метана на высоте 925 гПа по территории Казахстана за 2019 год.

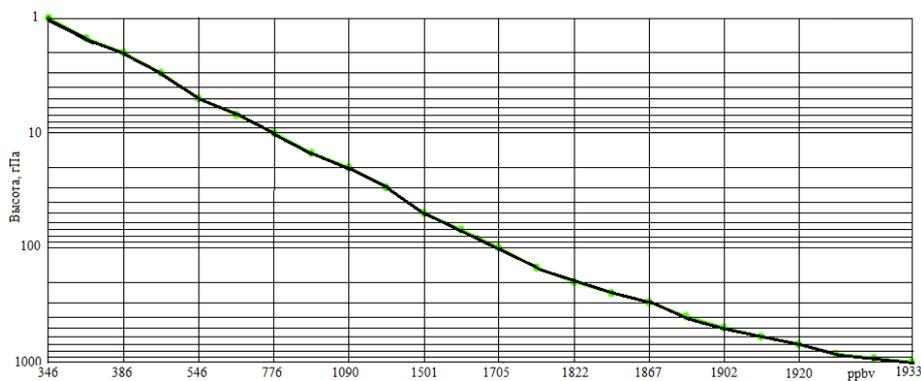


Рис. 4. Среднее вертикальное распределение метана по территории Казахстана за 2019 год.

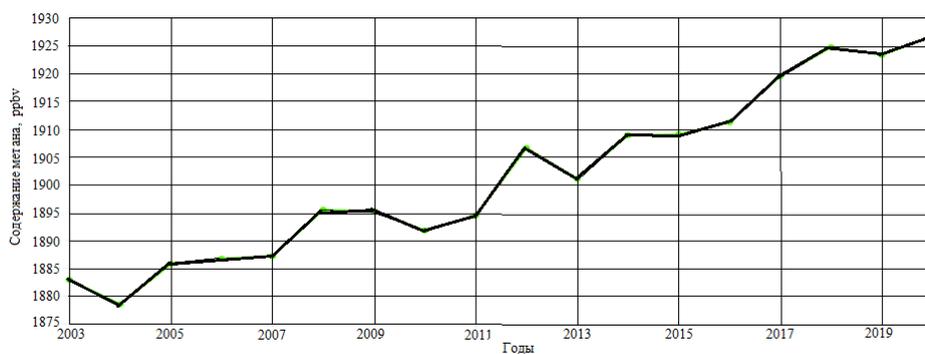


Рис. 5. Изменения содержания метана в зимний период с 2003 по 2019 годы по территории Казахстана.

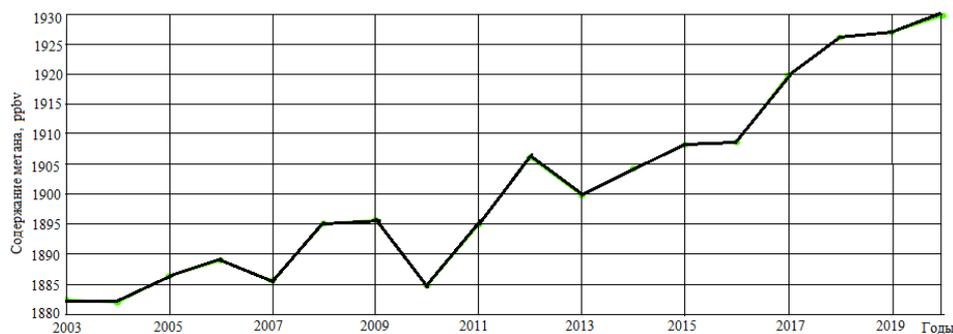


Рис. 6. Изменения содержания метана за январь месяц с 2003 по 2019 годы по территории Казахстана.

Разработанная система космического мониторинга парниковых газов будет способствовать обеспечению постоянного контроля за составом атмосферы, как важной части контроля за изменением климата.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гарбук С.В., Гершензон В.Е. Космические системы дистанционного зондирования Земли. – Москва: Изд-во А и Б, 1997. – 297с.
2. Информационные бюллетени о состоянии окружающей среды 2017-2018 гг. РГП "Казгидромет" [Электр. ресурс] <https://kazhydromet.kz/ru/bulleten/okrsreda> (дата обращения 28.01.2019).
3. Фил ДеКола и Секретариат ВМО // Интегрированная глобальная информационная система по парниковым газам (ИГИСПГ). Бюллетень ВМО. 2017. – Том 66 (1) – С. 38-45.
4. Acker, J. & Leptoukh, G. (2007). Online Analysis Enhances Use of NASA Earth Science Data. // EOS, Transactions, American Geophysical Union.– 88 (2). – Pp. 14-17.
5. 'IBUKI' Chosen as Nickname of the Greenhouse Gases Observing Satellite (GOSAT)" (Press release). JAXA. 15 October 2008. Retrieved 29 May, 2009.
6. Reichle R.H., Liu Q., Koster R.D., Draper C.S., Mahanama S.P.P. and Partyka G.S. Land surface precipitation in MERRA-2. // J. Climate. – 2017. – V. 30. – Pp. 1643-1664
7. Veefkind J.P.; Aben I.; McMullan K.; Förster H.; de Vries J.; Otter G.; Claas J.; Eskes H.J.; de Haan J.F.; Kleipool Q.; van Weele M.; Hasekamp O.; Hoogeveen R.; Landgraf J.; Snel R.; Tol P.; Ingmann P.; Voors R.; Kruizinga B.; Vink R.; Visser H.; and Levelt P.F. TROPOMI on the ESA Sentinel-5 Precursor: A

GMES mission for global observations of the atmospheric composition for climate, air quality and ozone layer applications // Rse. – 2012. – Pp. 70-83.

Поступила 24.09.2020

Техник. ғылым докт.	А.Х. Ахмеджанов
Техник. ғылым канд.	Т.К. Караданов
	Н.А. Кенжебеков

## ҚАЗАҚСТАН АТОМОСФЕРАСЫНДАҒЫ ПАРНИКТІК ГАЗДАРДЫ АЙМАҚТЫҚ ҒАРЫШТЫҚ МОНИТОРИНГ ТЕХНОЛОГИЯСЫ

**Түйінді сөздер:** мониторинг, атмосфера, құрам, парниктік газдар, технология, климат, ақпараттық жүйе

*Қазақстан аумағында атмосферадағы парниктік газдардың аймақтық ғарыштық мониторингінің ақпараттық жүйесін құру мәселелері қарастырылады. Атмосферадағы парниктік газдарға аймақтық ғарыштық мониторинг жүргізу үшін ақпараттық технология ұсынылады. Ақпараттық жүйе параметрлерінің құрамы, құрылымы және өзара байланысы сипатталған. Атмосферадағы парниктік газдардың аймақтық ғарыштық мониторингінің ақпараттық жүйесінің жұмысының сипаттамасы аяқталды. Қазақстан атмосферасындағы метан құрамының динамикасын зерттеудің негізгі нәтижелері келтірілген.*

A.H. Akhmedzhanov, T.K. Karadanov, N.A. Kenzhebekov

## TECHNOLOGY OF REGIONAL SPACE MONITORING OF GREENHOUSE GASES IN THE ATMOSPHERE OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

**Key words:** monitoring, atmosphere, content, greenhouse gases, technology, climate, information system

*The issues of building an information system for regional space monitoring of greenhouse gases in the atmosphere over the territory of Kazakhstan are considered. An information technology is proposed for conducting regional space monitoring of greenhouse gases in the atmosphere. The composition, structure and relationship of the information system parameters are described. A description of the operation of the information system for regional space monitoring of greenhouse gases in the atmosphere has been completed. The main results of the study of the dynamics of methane content in the atmosphere of Kazakhstan are presented.*

УДК 556.535

Канд. геогр. наук

Канд. техн. наук

PhD

Н.И. Ивкина<sup>1</sup>А.Г. Терехов<sup>1,2</sup>А.Ф. Елтай<sup>1,3</sup>А.В. Галаева<sup>1</sup>**ОСОБЕННОСТИ ВОДНОГО РЕЖИМА РЕКИ ЭМБА (ВОСТОЧНОЕ ПОБЕРЕЖЬЕ КАСПИЙСКОГО МОРЯ)**

**Ключевые слова:** река Эмба, гидрология реки со снеговым питанием, бассейн реки, дистанционное зондирование, высота снега

*Обобщена имеющаяся информация с гидропостов РГП «Казгидромет» по параметрам водного режима реки Эмба, второй по значимости реки на восточном побережье Каспийского моря, 700-километровое русло которой используется в качестве границы между Европой и Азией. Отмечено, что река имеет снеговое питание, а по условиям водного режима относится к казахстанскому типу. Основной фазой водного режима реки является весеннее половодье, на которое приходится большая часть годового стока, а иногда и весь его объем. Особенностью гидрологии рек казахстанского типа является сложность процессов формирования руслового потока весеннего паводка, на параметры которого оказывают значительное влияние различные погодные факторы. Объем весеннего паводка определяется результатом конкуренции между процессами впитывания в почвенный слой и стоком воды вниз по склону. Количество снега, темпы его таяния, наличие промерзания почвы и прочие факторы приводят к вариативности сезонных объемов речного стока в десятки раз. Имеющиеся временные ряды данных с гидропостов РГП «Казгидромет» фрагментарны и недостаточны для определения статистически значимых оценок норм стока р. Эмба. В работе для иллюстрации вариативности стока реки приведены*

<sup>1</sup> РГП «Казгидромет» НИЦ, г. Алматы, Казахстан

<sup>2</sup> Институт информационных и вычислительных технологий КН МОН РК, г. Алматы, Казахстан

<sup>3</sup> КазНУ им. аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан

*гидрографы нескольких контрастных лет (2009, 2014, 2016). 18-летняя динамика изменений запасов снега в бассейне реки в период с 1 января по 30 апреля определены по спутниковым данным. Тренды снежности в зонах формирования стока р. Эмба в период 2001...2018 гг., определенные по данным спутникового продукта "Snow Depth" USGS/EROS FEWS NET, направлены на увеличение сезонного максимума высоты снежного покрова. Анализ огрубленного до "Snow Cover" (присутствует или отсутствует снежный покров) продукта "Snow Depth" показывает некоторое снижение длительности покрытия бассейна снегом. В целом, многолетние изменения режима снежности бассейна р. Эмба направлены на рост водности реки.*

**Введение.** Восточное побережье Северного Каспия отличается малонаселенностью, с одной стороны, и наличием больших запасов углеводородного сырья с другой. Относительно активное освоение этих территорий определяет интерес к описанию их погодных и климатических условий [22]. Гидрология территории изучена очень слабо. Научные публикации с описанием гидрологического режима относятся к доминирующей реке региона – реке Жайык (Урал) [12], длиной 2428 км, с площадью бассейна в 231 тыс. км<sup>2</sup>, среднегодовым расходом воды 400 м<sup>3</sup>/сек, берущей свое начало на склонах хребта Уралтау (Россия) [1, 3, 4, 5, 9, 16, 17]. Современные изменения водности крупной реки Жайык, транзитом проходящей через сухостепные и полупустынные территории Казахстана, в значительной мере зависят от антропогенного водопользования [2, 9].

Другие реки региона несопоставимо менее водоносные, обычно теряются на Прикаспийской низменности не достигая Каспийского моря и их гидрологическое описание в литературе практически отсутствует. Региональная речная сеть восточного побережья Северного Каспия относится к казахстанскому типу [15], т.е. имеет высокое, недлинное половодье и летнюю и зимнюю межень (реки со снеговым питанием). Бассейны рек восточного побережья Северного Каспия полностью лежат в границах климатических зон сухих степей и полупустынь. Подобные малонаселенные территории не имеют развитой системы метеорологического мониторинга и поэтому дистанционное зондирование, является практически единственным источником регулярной информации

об основном водном ресурсе региональных рек – снежном покрове в их бассейнах.

Вторая по значимости река восточного побережья Северного Каспия – река Эмба (Жем) [12]) с длиной 712 км и площадью бассейна в 40,4 тыс. км<sup>2</sup> на протяжении всего своего русла является границей между Европой и Азией [24]. Река по водности значительно уступает реке Жайык (Урал). Целью данной работы являлось описание, на основе имеющейся наземной информации с гидропостов РГП «Казгидромет», гидрологического режима реки Эмба, а также спутниковая диагностика многолетних тенденций изменений запасов снега в зоне формирования речного стока (верхняя часть бассейна).

**Материалы и методы.** Для анализа водного режима реки Эмба использовались данные наземных гидрологических режимных наблюдений на постах с. Аккызтогай, пос. Сага, с. Жагабулак сети РГП «Казгидромет», полученные за период 2003...2016 гг. Данные посты находятся в верхней и нижней частях бассейна р. Эмба и только на этих постах проводятся натурные наблюдения в последнее десятилетие.

Для многих рек Центральной Азии снежность бассейна тесно связана с их стоком [21], что позволяет диагностировать гидрологию рек, опираясь на спутниковые данные [11, 22, 24]. При описании снежного покрова Центральной Азии с помощью спутниковых данных в практических задачах обычно используется продукт “Snow Cover (Snow Extend)”, представляющий собой результат дешифрирования спектральных характеристик подстилающей поверхности в аспекте наличия или отсутствия снежного покрова [21, 22]. Продукты более глубокой обработки, например «Snow Water Equivalent» сложны в расчетах и их точность, часто невелика [13].

Программа USAID финансирует для Центральной Азии разработку и предоставляет открытый доступ к новым продуктам USGS / EROS, в том числе, “Snow Depth”, более детально, чем “Snow Cover”, характеризующим параметры снежного покрова [19, 28]. При необходимости продукт “Snow Depth” может быть огрублен до “Snow Cover”, т.е. факта присутствия или отсутствия снежного покрова, без учета его высоты. Сравнение информативности “Snow Depth” и “Snow Cover”, при решении практических задач также представляет отдельный интерес.

Анализ динамики высоты снежного покрова зоны формирования стока реки Эмба (бассейн реки выше гидропоста пос. Сага) базировался на

продукте USGS \EROS «Snow Depth», который доступен на сайте программы “Famine Early Warning Systems NET” [18, 19, 28]. Продукт имеет пространственное разрешение, примерно 4 x 5 км, суточное обновление и архив, начиная с октября 2000 года. Границы бассейна р. Эмба выше поста Сага строились по данным 3D модели рельефа местности SRTM v.2 [29].

**Территория исследования. Географическое описание бассейна р. Эмба.** Река Эмба берет свое начало на западных склонах Мугоджарских гор, на высоте примерно 350 м над уровнем моря и протекает по территориям Актюбинской и Атырауской областей Казахстана. Длина реки составляет 712 км, площадь водосбора 40400 км<sup>2</sup>. В своей верхней части он представляет собой расчлененное эрозией меловое плато, в нижней – река протекает в Прикаспийской низменности, имеющей едва заметный уклон к Каспийскому морю. На первых 100 км течения река принимает слева пять значительных притоков, все они пресноводные. Крупнейшим притоком является р. Темир, водосбор которой, площадью около 8000 км<sup>2</sup>, расположен на южных склонах, примыкающих к Мугоджарам – возвышенной части Темир-Илекского междуречья. Река Темир отличается сравнительно высокой водоносностью и постоянным стоком слабо минерализованной воды. Ниже по течению река Эмба принимает второй (по величине водосбора), но значительно менее водоносный приток – р. Ат-Жаксы, пересыхающий в межень. Левобережная часть водосбора р. Эмба заканчивается горами Чиркана, ниже которых простираются песчаные массивы и соры (засоленные заболоченные территории), не имеющие постоянного стока в реку. По правобережью, ниже гор Тулагай, соры и бессточные области также подходят вплотную к реке. На этом участке р. Эмба принимает около 10 притоков с площадью бассейна более 300 км<sup>2</sup> и ряд более мелких. Все они после половодья пересыхают и имеют плесы. Водосбор реки Эмба характеризуется наличием бессточных понижений, которые занимают около 8 % площади бассейна. Весной в них скапливаются талые воды, которые в дальнейшем просачиваются в грунт или теряются на испарение. Сток реки в основном формируется в верхней, возвышенной части водосбора. В среднем течении она имеет преимущественно транзитный сток, а в нижнем происходит рассеивание стока [15]. Примерно в 100 км от побережья Каспийского моря от реки отделяются три рукава, соединяющиеся с основным руслом системой мелких озер и соров. Русло здесь теряется, дробясь на рукава, наиболее

крупные из них в многоводные годы дают сток в море в течение 1...2 недель половодья [10].

Реки Казахстанского типа, обычно не формируют меандры. Русла таких рек, на слабо наклоненных равнинах, как правило прямые и идут по линии падения воды. Такой же характер имеет и река Эмба. Прямая форма русла реки Эмба, идущей от верховий гор Мугоджар к Каспийскому морю, используется географами для разделения Европы и Азии [25].

**Морфометрическое описание бассейна р. Эмба.** В верховьях реки Эмба средний уклон составляет  $0,5...0,7 \text{ ‰}$ , в среднем и нижнем течении –  $0,6...0,2 \text{ ‰}$ , значительный уклон, около  $4 \text{ ‰}$ , отмечен на участке ниже р. Темир. Ширина долины  $6...7 \text{ км}$ . После притока р. Ат-Жаксы ширина водосборной зоны уменьшается. В нижнем течении очертания долины теряются. Склоны, особенно правый, крутые. Пойма двухсторонняя, шириной  $2...4 \text{ км}$ , изрезана староречьями, рукавами, протоками, на нижнем участке – озерами. Как видно из рис. 1 русло четко прослеживается до  $80 \text{ км}$  от устья [15].



Рис. 1. Гидрологические наблюдательные посты РГП «Казгидромет» в бассейне р. Эмба (спутниковая картосхема системы Google-Earth).

**Климатическое описание бассейна р. Эмба.** Бассейн реки Эмба расположен в климатических зонах сухих степей и полупустынь. Территория бассейна относится к районам недостаточного увлажнения, характеризующимся малым количеством осадков ( $225 \text{ мм}$ ) и большими

величинами испаряемости. Оценки испаряемости в различных полупустынях Центральной Азии разнятся, доходя до 3000 мм в Синьцзян-Уйгурском автономном районе КНР [26]. В связи с этим все региональные реки маловодны.

#### **Гидрометрическая изученность бассейна р. Эмба.**

Гидрометрическая изученность территории очень слабая. Первые стационарные наблюдения были организованы в 1927...1928 гг. в верховьях реки Эмба, ниже впадения р. Темир и на р. Темир у пос. Темир Актюбинской области Казахстана. В 1933 г. был открыт стационарный пост в низовьях реки в урочище Дюсеке (закрыт в 1992 г.) и на основном притоке реки Эмба – р. Темир, который работает по сей день. В 1941 г. был открыт пост у села Жаркамыс, а в 1946 г. у села Родники. В 90-х годах прошлого столетия наблюдения на реке Эмба были почти полностью прекращены и возобновлены только в начале двухтысячных годов. В настоящее время наблюдения проводятся на трех гидрологических постах (рис. 1): р. Эмба – с. Жагабулак (расстояние от устья 553 км, площадь водосбора 7730 км<sup>2</sup>); р. Эмба – пос. Сага (расстояние от устья 534 км, площадь водосбора 16100 км<sup>2</sup>) и р. Эмба – с. Аккизтогай (расстояние от устья 125 км, площадь водосбора 34840 км<sup>2</sup>) [8].

**Результаты.** Колебания годового стока р. Эмба имеют резко выраженный характер, вследствие значительных изменений основных формирующих его факторов. Как видно из рис. 2 и 3, на которых приведены гидрографы стока многоводного 2014 г. и маловодного 2009 г., при высоких половодьях расходы воды значительно превышают расходы в маловодные годы. Величина вариативности сезонного максимума расхода воды в р. Эмба весьма значительна, до 10 и более раз. Наибольший расход зафиксированный на посту с. Жагабулак, за период с 2003...2016 гг. составил 341 м<sup>3</sup>/с, а наименьший в период открытого русла – 0,093 м<sup>3</sup>/с, на посту пос. Сага наибольший расход составил 351 м<sup>3</sup>/с, а наименьший – 0,38 м<sup>3</sup>/с.

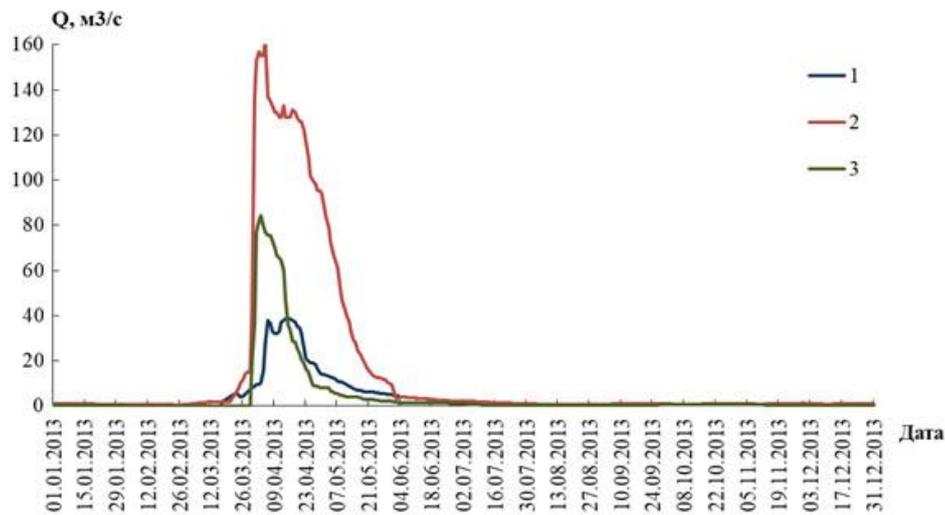


Рис. 2. Гидрограф стока р. Эмба за 2014 г. 1 – пост с. Аккизтогай, 2 – пост пос. Сага, 3 – пост с. Жагабулак [7].

Многолетняя амплитуда колебаний уровня воды в реке Эмба составляет 2,5...3,5 м. Годовая амплитуда изменений уменьшается вниз по течению и составляет 1,0...2,1 м у пос. Аккизтогай (рис. 4).

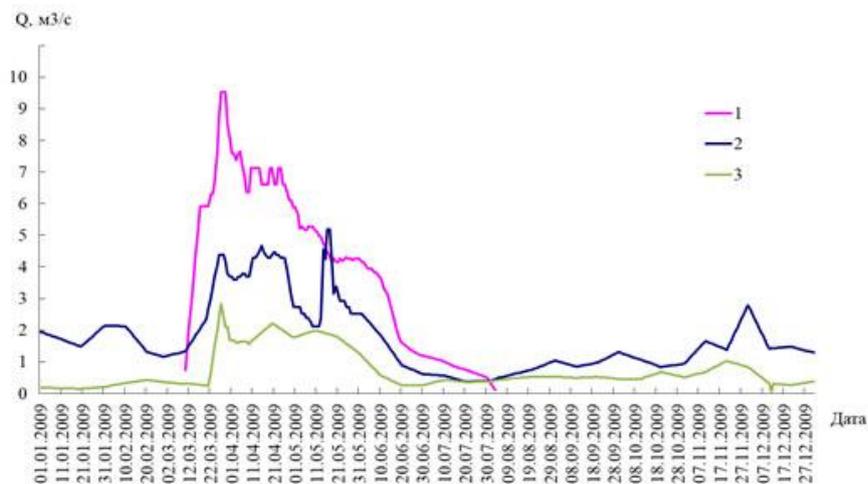


Рис. 3. Гидрограф стока р. Эмба за 2009 г. 1 – пост с. Аккизтогай, 2 – пост пос. Сага, 3 – пост с. Жагабулак [6].

Питание р. Эмба снеговое, поэтому информация о современных тенденциях в изменении водообеспеченности зон формирования стока реки может быть получена по данным спутникового мониторинга над

параметрами снежного покрова [30]. На основе суточных данных спутникового продукта "Snow Depth" USGS/EROS [27] (рис. 5), для 18 сезонов (2001...2018 гг.) были построены кривые изменений высоты снежного покрова в период с 1 января по 30 апреля (рис. 6). На основе этих данных проведена оценка изменений высоты сезонного максимума снежного покрова за последние 18 лет (рис. 7). Огрубление продукта "Snow Depth" до "Snow Cover" (присутствует или отсутствует снежный покров) позволило оценить изменения длительности существования снежного покрова в верхней части бассейна реки в период 2001...2018 гг., (рис. 8).

**Обсуждение. Гидрология р. Эмба.** Особенностью гидрологии рек снегового питания (казахстанский тип) является сложность процессов формирования руслового потока весеннего паводка, на параметры которого оказывают значительное влияние различные погодные факторы. Объём весеннего паводка определяется результатом конкуренции между процессами впитывания в почвенный слой и стоком воды вниз по склону. Количество снега, темпы его таяния, наличие промерзания почвы и прочие факторы приводят к вариативности сезонных объёмов речного стока в десятки раз.

По характеру изменения водности реки в течение года выделяются три сезона: весна (апрель-май), лето-осень (июнь-ноябрь), зима (декабрь-март); последние два сезона вместе представляют собой общий период межени (казахстанский тип рек). Продолжительность меженного периода в среднем составляет 300 дней, причем 170...180 дней приходится на летне-осеннюю межень, а 120...130 дней – на зимнюю.

Основной фазой водного режима реки является весеннее половодье, на которое приходится большая часть годового стока и иногда весь его объём. Весеннее половодье хорошо выражено, проходит одной волной, а в некоторые весны с возвратом холодов во время снеготаяния, несколькими волнами. На форму гидрографа половодья могут оказывать влияние дождевые осадки, выпадающие в период снеготаяния и вскоре после схода снежного покрова. Половодье начинается в первой половине марта и заканчивается в мае и характеризуется максимумом уровней и расходов через 5...10 дней после начала половодья и быстрым спадом в последующие дни. В этот период проходит основной сток р. Эмба (до 90 %). В летне-осенний и зимний сезоны водность реки незначительна, она в это время пересыхает и промерзает. Река Эмба лишь в полноводные

годы достигает Каспийского моря. Наивысшие уровни половодья являются годовыми максимумами и могут достигать отметки более 420 см. Высота половодья над предвесенним уровнем воды в среднем изменяется на 1,5...2,0 м (рис. 4).

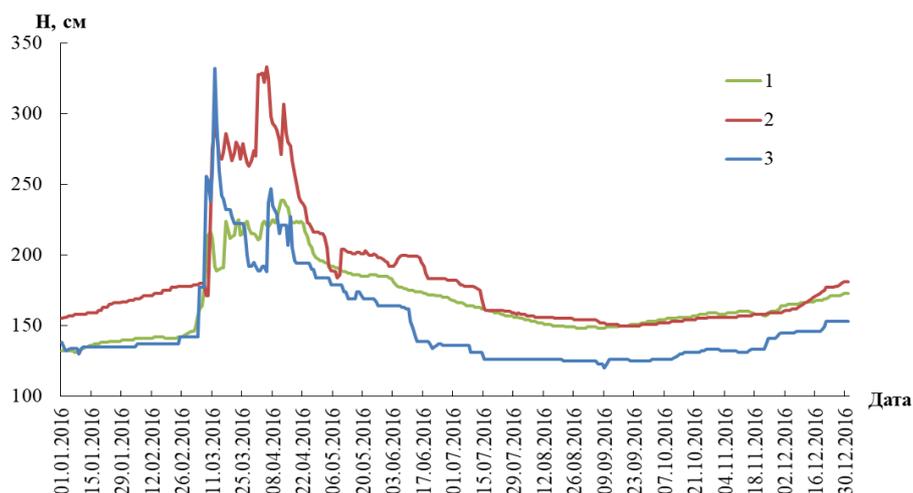


Рис. 4. Гидрограф уровня воды р. Эмба за 2016 г. 1 – пост с. Аккизтогай, 2 – пост пос. Сага, 3 – пост с. Жагабулак [8].

По имеющимся материалам наблюдений сток реки многоводных лет в 10...30 раз больше, чем в маловодные годы. Значения коэффициентов вариации, характеризующие изменчивость стока, по данным имеющихся наблюдений на постах с. Жагабулак и пос. Сага составляют 0,6...0,74.

Длительность рядов гидрологических наблюдений по постам составляет 11...15 лет. Ограниченное число створов, кратковременность и прерывистость наблюдений, слабое освещение годового цикла стока, а также отсутствие или очень малое число измерений расходов на подъеме и пике половодья в течение сезона сильно затрудняет интерполяцию гидрологических характеристик. Для определения нормы стока р. Эмба, согласно существующим стандартам [14], имеющихся рядов гидрологических наблюдений недостаточно.

**Режимы снежности бассейна р. Эмба.** Спутниковая регистрация параметров снежного покрова имеет свои особенности. Ограничения пространственного разрешения спутникового продукта "Snow Depth" USGS / EROS (4 x 5 км) дают более ранние даты полного схода снежного покрова относительно наземных данных. Снеговые поля, с размером

существенно меньше 4 x 5 км (размер пикселя цифровой карты "Snow Depth" USGS / EROS), уже не регистрируются. Это особенно важно для возвышенных мест гор Тулагай. Соответственно возникает временной разрыв между полным освобождением от снега бассейна реки по спутниковым данным и фактически регистрируемыми датами прохождения весенних паводков на посту пос. Сага. Снежный покров в контуре бассейна реки Эмба, выше гидропоста пос. Сага, по данным спутниковых оценок, полностью сходит до 30 апреля (рис.6).

Для контура зоны формирования стока р. Эмба за период 2001...2018 гг. можно выделить несколько характерных моментов, сезонный максимум высоты снежного покрова и число дней с наличием снежного покрова, в период с 1 января по 30 апреля (рис. 7 и 8). Анализ тенденций (линейная аппроксимация) дает следующие скорости изменений основных параметров снежности бассейна р. Эмба выше гидропоста пос. Сага. Регистрируется увеличение сезонного максимума высоты снежного покрова, со скоростью 7,6 см / 10 лет, в относительной шкале 18,0 % / 10 лет. Предполагаемая причина – рост количества твердых осадков [27].

Параметр "Snow Cover" (число дней с наличием снежного покрова), полученный огрублением "Snow Depth", дает уменьшение числа дней с наличием снежного покрова в период с 1 января по 30 апреля, со скоростью 2 дня / 10 лет, в относительной шкале 2,0 % / 10 лет. Вероятная причина – рост приземной температуры воздуха в весенний период [27]. Количественные оценки скорости изменений параметров снежности зоны формирования стока реки Эмба на таких коротких рядах (18 лет) носят неустойчивый характер. Относительно достоверным можно считать только направление многолетних тенденций.

Тенденции в изменении параметров снежности бассейна р. Эмба хорошо соответствуют основным направлениям в изменениях климата Казахстана в целом, как они представлены, в последнем, 7-ом национальном сообщении [27] – рост осадков и приземной температуры воздуха в зимний и весенний периоды. Продукт "Snow Depth" USGS / EROS находится в корреляционной связи с количеством твердых осадков, а "Snow Cover" (число дней с наличием снежного покрова) коррелирован с температурным режимом. Это обстоятельство открывает перспективы улучшения описания гидрологии рек Центральной Азии на

базе спутниковых данных путем использования “Snow Depth” USGS / EROS вместо применяемых сейчас продуктов “Snow Cover”.

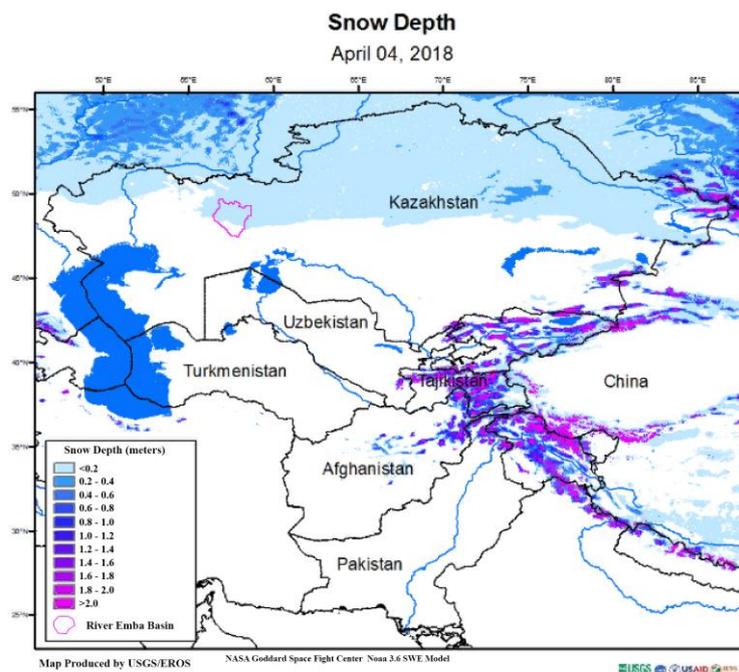


Рис. 5. Пример карты высоты снежного покрова для Центральной Азии («Snow Depth» USGS / EROS FEWS NET) с контуром бассейна р. Эмба (выше пос. Сага).

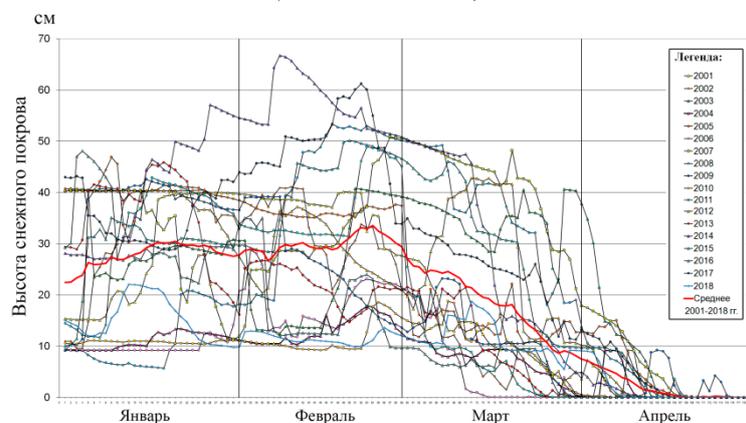


Рис. 6. Кривые изменения снежности (высота снега) в бассейне р. Эмба (выше поста пос. Сага) в период с 01.01 до 30.04 для сезонов 2001...2018 гг. по спутниковым данным («Snow Depth» USGS / EROS FEWS NET).

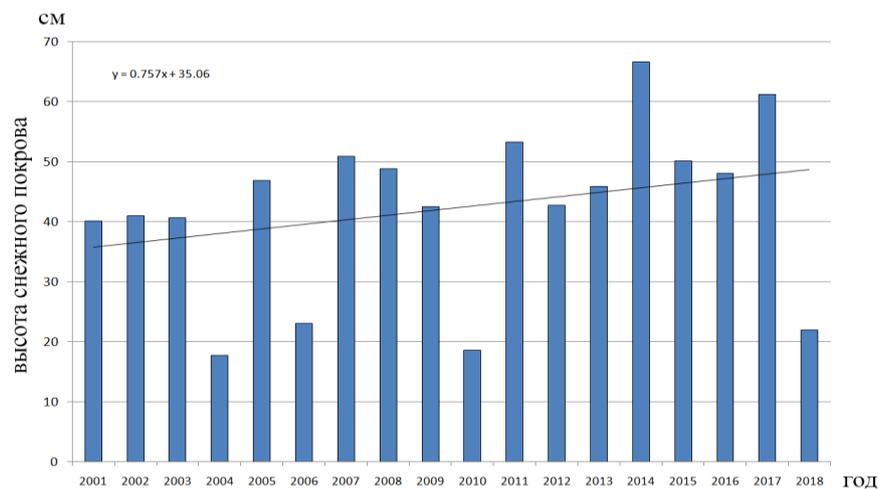


Рис. 7. Сезонные максимумы снежности (высота снега) бассейна р. Эмба (выше поста пос. Сага) для сезонов 2001...2018 гг. по спутниковым данным («Snow Depth» USGS / EROS FEWS NET).

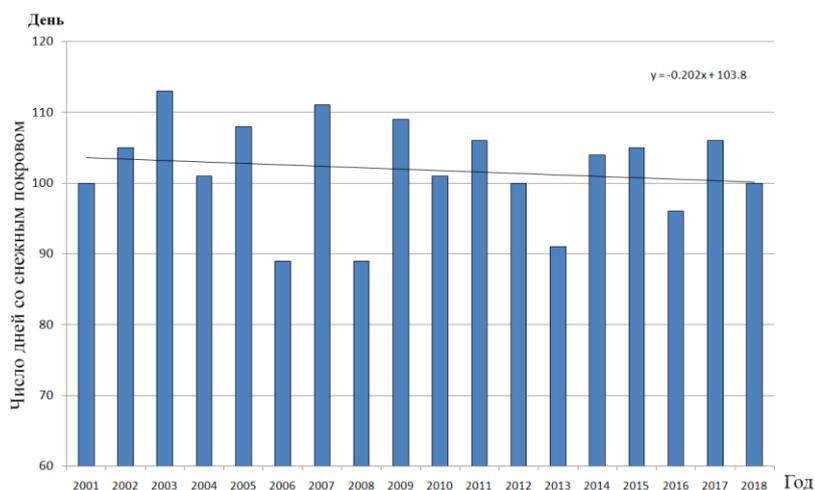


Рис. 8. Число дней с наличием снежного покрова в контуре бассейна р. Эмба (выше поста пос. Сага) для сезонов 2001...2018 гг. Построено по спутниковым данным «Snow Depth» USGS/EROS FEWS NET, период мониторинга с 1 января по 30 апреля.

**Заключение.** Река Эмба является важным географическим объектом. Ее русло прямой формы (без меандров) на всем протяжении (712 км) принимается в качестве границы между Европой и Азией. Гидрология реки относится к казахстанскому типу (снеговое питание), с

выраженным весенним половодьем, интенсивность которого имеет значительную (десятки раз) межгодовую вариативность. В остальное время года расход воды в реке несущественен.

Современные тенденции, в изменении снежности в зоне формирования стока р. Эмба, направлены на увеличение сезонного максимума высоты снега и некоторое сокращение периода залегания снежного покрова, что в целом, направлено на рост интенсивности весеннего половодья.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абдрахимов Р.Г., Чигринец А.Г. Проблемы оценки влияния хозяйственной деятельности на сток некоторых рек Западного Казахстана // Гидрометеорология и экология. – 2009. – №1. – С. 18-22.
2. Алфёров И.Н., Яковенко Н.В. Изменённость русла бассейна реки Урал под антропогенным воздействием // Вестник ВУиТ. – 2015. – №2 (24) [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/izmenennost-rusla-basseyna-reki-ural-pod-antropogennym-vozddeystviem> (дата обращения: 10.04.2019).
3. Давлетгалиев С.К. Поверхностные водные ресурсы рек Жайык-Каспийского бассейна на границах Республики Казахстан // Гидрометеорология и экология. – 2011. – №1. – С. 56-65.
4. Давлетгалиев С.К. Оценка нормы годового стока рек Жайык-Жемского района при отсутствии данных наблюдений // Гидрометеорология и экология. – 2009. – №1. – С. 7-17.
5. Давлетгалиев С.К., Достай А.Ж. Восстановление рядов весеннего стока рек Жайык-Каспийского бассейна // Гидрометеорология и экология. – 2014. – №1. – С. 88-95.
6. Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Бассейны рек Урал (среднее и нижнее течение), Эмба и устьевая часть реки Волга, 2009 год / Государственный водный кадастр Республики Казахстан. – Астана, 2011. – Вып. 4. – 152 с.
7. Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Бассейны рек Урал (среднее и нижнее течение), Эмба и устьевая часть реки Волга, 2014 год / Государственный водный кадастр Республики Казахстан. – Астана, 2016. – Вып. 4. – 229 с.
8. Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Бассейны рек Урал (среднее и нижнее течение), Эмба и устьевая

- часть реки Волга, 2016 год / Государственный водный кадастр Республики Казахстан. – Астана, 2018. – Вып. 4. – 237 с.
9. Ивкина Н.И. Изменение притока воды в Каспийское море в результате антропогенного воздействия и изменения климата на примере р. Жайык (Урал)// Гидрометеорология и экология. – 2016. – №3. – С. 50-55.
  10. Казахская ССР. Краткая энциклопедия. Природа, 1988. – Т.2. – 607 с.
  11. Калашникова О.Ю., Гафуров А.А. Использование наземных и спутниковых данных о снежном покрове для прогноза стока реки Нарын // Лёд и Снег. – 2017. – №57(4). – С. 507-517.
  12. Каталог поверхностного стока воды в Каспийское море, 2016 г. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.caspcom.com/index.php?lang=1&proj=6> (дата обращения: 10.04.2019).
  13. Китаев Л.М., Тихонов В.В., Титкова Т.Б. Точность воспроизведения по спутниковым данным аномальных значений снегозапасов // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2017. – Т. 14. № 1. – С. 27-39. DOI: 10.21046/2070-7401-2017-14-1-27-39.
  14. Клибашев К.П., Горошков И.Ф. Гидрологические расчеты. Ленинград: Гидрометеорологическое издательство, 1970. – 460 с.
  15. Ресурсы поверхностных вод СССР: Гидрологическая изученность. Т. 12. Нижнее Поволжье и Западный Казахстан. – Вып. 2. Урало-Эмбинский район / Под ред. З. Г. Марковой. – Л.: Гидрометеиздат, 1966. – 152 с.
  16. Сивохиц Ж.Т., Павлейчик В.М., Чибилев А.А., Падалко Ю.А. Современные изменения режима бассейна р. Урал // Вопросы Географии. – 2018. – № 145. – С. 298-313.
  17. Сивохиц Ж.Т., Падалко Ю.А. Географо-гидрологические факторы опасных гидрологических явлений в бассейне реки Урал // Известия РАН, сер. географическая. – 2014. – №6. – С. 53-61.
  18. Терехов А.Г., Ивкина Н.И., Юничева Н.Р., Витковская И.С., Елтай А.Г. Изменения снежного покрова сухих степей и полупустынь Казахстана на примере бассейна р. Эмба по спутниковым данным периода 2001-2019 гг. // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2020. – Т.17. – № 2. – С. 101-113. DOI: 10.21046/2070-7401-2020-17-2-101-113.

19. Терехов А.Г., Ивкина Н.И., Абаев Н.Н., Елтай А.Г., Егембердиева З.М. Валидация суточного продукта Snow Depth FEWS NET для бассейна реки Урал по данным метеорологических наблюдений // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2020. – Т.17. – № 3. – С. 31-40. DOI: 10.21046/2070-7401-2020-17-3-31-40.
20. Чибилев А.А. Бассейн Урала: история, география, экология, Екатеринбург: изд-во «СВ-96», 2008. – 310 с.
21. Gafurov A, Kriegel D, Vorogushyn S, Merz B. Evaluation of remotely sensed snow cover product in Central Asia // Hydrology Research. 2013. – №44(3). – Pp. 506-522.
22. Gafurov, A., Lüdtke, S., Unger-Shayesteh, K., Vorogushyn, S., Schöne T., Schmidt S., Kalashnikova O., Merz B. MODSNOW-Tool: an operational tool for daily snow cover monitoring using MODIS data // Environmental Earth Sciences. – 2016. – №75. – 1078 p.
23. Ivkina N., Naurozbayeva Z., Klove B. Influence of climate change on the ice regime of the Caspian Sea // CAJWR. – 2017. – 3(2)/ – Pp. 12-23 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.water-ca.org/article/2686-influence-of-climate-change-on-the-ice-regime-of-the-caspian-sea> (дата обращения: 10.04.2019).
24. Li X.G., and Williams M.W. Snowmelt runoff modelling in an arid mountain watershed, Tarim Basin, China // Hydrological Processes. – 2008. – №22(19). – Pp. 3931- 3940.
25. Martin W. Lewis, Karen E. Wigen The Myth of Continents. A Critique of Metageography. University of California Press. – 1997. – 344 p.
26. PetroChina Xinjiang Oilfield Emission Reduction and Afforestation Project UNFCCC / CCNUCC. – 2012. [Электронный ресурс]. URL: [http://cdm.unfccc.int/filestorage/b/w/GIZSYQVOM3D49RL1NH8AJTPKEC7B52.pdf/PDD\\_PetroChina%20Xinjiang%20Afforestation.pdf?t=WDZ8cHBzOW1ifDA7MKXb1xtUAaUw702gDJD7](http://cdm.unfccc.int/filestorage/b/w/GIZSYQVOM3D49RL1NH8AJTPKEC7B52.pdf/PDD_PetroChina%20Xinjiang%20Afforestation.pdf?t=WDZ8cHBzOW1ifDA7MKXb1xtUAaUw702gDJD7) (дата обращения: 10.04.2019).
27. Seventh National Communication and Third Biennial Report of the Republic of Kazakhstan to the UN Framework Convention on Climate Change, 2017. [Электронный ресурс]. URL: [https://unfccc.int/sites/default/files/resource/20963851\\_Kazakhstan-NC7-BR3-1-ENG\\_Saulet\\_Report\\_12-2017\\_ENG.pdf](https://unfccc.int/sites/default/files/resource/20963851_Kazakhstan-NC7-BR3-1-ENG_Saulet_Report_12-2017_ENG.pdf). (дата обращения: 10.04.2019).

28. USGS FEWS NET Data Portal, 2019. [Электронный ресурс]. URL: <https://earlywarning.usgs.gov/fews/search/Asia/Central%20Asia> (дата обращения: 10.04.2019).
29. USGS Global Visualization Viewer Data Portal. [Электронный ресурс]. URL: <https://glovis.usgs.gov/app?fullscreen=0> (дата обращения: 10.04.2019).
30. Yang D., Robinson D., Zhao Y., Estilow T., Ye B. Stream flow response to seasonal snow cover extent changes in large Siberian watersheds // Journal of Geophysical Research. – 2003. – №108 (D18). – 4578 p.

Поступила 07.10.2020

Геогр. ғылымд. канд.	Н.И. Ивкина
Техн. ғылымд. канд.	А.Г. Терехов
	А.Ф. Елтай
PhD	А.В. Галаева

### **ЕМБІ ӨЗЕНІНІҢ СУ РЕЖИМІНІҢ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ (КАСПИЙ ТЕҢІЗІНІҢ ШЫҒЫС ЖАҒАЛАУЫ)**

**Түйін сөздер:** Ембі өзені, қармен қоректенетін өзен гидрологиясы, өзен су алабы, қашықтықтан зондтау, қардың биіктігі

*«Қазгидромет» РМК гидробекеттерінен Каспий теңізінің шығыс жағалауындағы екінші маңызды өзен, оның 700 шақырымдық арнасы Еуропа мен Азияның шекарасы ретінде пайдаланылатын Ембі өзенінің су режимінің параметрлері бойынша қолда бар ақпарат қорытылды. Өзен қардан қоректенетіні, ал су режимінің жағдайына сәйкес оның қазақ типіне жататындығы атап өтілген. Өзеннің су режимінің негізгі кезеңі – бұл жыл сайынғы ағынның көп бөлігін, ал кейде оның бүкіл көлемін құрайтын көктемгі тасқын су. Қазақстан түріндегі өзендер гидрологиясының ерекшелігі – параметрлеріне әр түрлі ауа-райының факторлары әсер ететін көктемгі тасқын судың арналық ағынының қалыптасу процесінің күрделілігі. Көктемгі су тасқыны көлемі топырақ қабатына сіңу процестері мен беткейден төмен қарай ағатын су арасындағы бәсекемен анықталады. Қардың мөлшері, оның еру жылдамдығы, топырақтың қатуы және басқа факторлар өзен ағындарының маусымдық көлемдерін ондаған есеге өзгертуіне әкеледі. «Қазгидромет» РМК гидробекеттерінен алынған қолда бар*

уақытына қатарлар Ембі өзен ағынының жылдамдығының статистикалық маңызды бағаларын анықтау үшін жеткіліксіз. Жұмыста өзен ағынының өзгеріштігін көрсету үшін бірнеше қарама-қарсы жылдардағы гидрографтар келтірілген (2009, 2014, 2016). 1 қаңтардан 30 сәуірге дейінгі аралықта өзен бассейніндегі қар қорының 18 жылдық өзгеру динамикасы спутниктік мәліметтер бойынша анықталған. Қар жамылғысының маусымдық шегін арттыруға бағытталған, “Snow Depth” USGS / EROS FEWS NET спутниктік өнімі анықтамасы бойынша 2001...2018 жж, кезеңдеріне Ембі өз. ағынында қалыптасқан қарлы трендтер. “Snow Cover” өңделген өнімді талдауға (қар жамылғысы бар немесе жоқ) дейін түзетілген “Snow Depth” су алабында қар жамылғысының ұзақтығының аздап төмендегенін көрсетеді. Жалпы, Ембі өз. су алабында қарлы режимінің ұзақ мерзімді өзгеруі сулылығын арттыруға бағытталған.

N.I. Ivkina, A.G. Terekhov, A.G. Yeltay, A.V. Galayeva

### **FEATURES OF THE EMBA RIVER WATER REGIME (EASTERN COAST OF THE CASPIAN SEA)**

**Key words:** Emba river, snow-fed river hydrology, river basin, remote sensing, snow depth

*The available information from the hydrological stations of the RSE "Kazhydromet" on the water regime parameters of the Emba River, the second most important river on the eastern coast of the Caspian Sea, the 700-kilometer channel of which is used as the border between Europe and Asia, has been generalized. It is noted that the river is fed by snow, and according to the conditions of the water regime, it belongs to the Kazakh type. The main phase of the river's water regime is the spring flood, which accounts for most of the annual runoff, and sometimes its entire volume. A feature of the hydrology of rivers of the Kazakhstan type is the complexity of the processes of formation of the channel flow of the spring flood, the parameters of which are significantly influenced by various weather factors. The volume of spring flooding is determined by the result of the competition between the processes of absorption into the soil layer and the flow of water down the slope. The amount of snow, the rate of its melting, the presence of freezing of the soil and other factors lead to the variability of the seasonal volumes of river runoff by tens of times. The available time*

*series of data from the gauging stations of the RSE "Kazhydromet" are fragmentary and insufficient for determining statistically significant estimates of the river flow rates. Emba. In this work, to illustrate the variability of the river flow, hydrographs of several contrasting years (2009, 2014, 2016) are given. The 18-year dynamics of changes in snow reserves in the river basin in the period from January 1 to April 30 were determined from satellite data. Snow trends in the zones of formation of the river. Emba in the period 2001 ... 2018, determined by the USGS / EROS FEWS NET "Snow Depth" satellite product, are aimed at increasing the seasonal maximum of the snow cover height. Analysis of "Snow Depth" roughened to "Snow Cover" (with or without snow cover) shows a slight decrease in the duration of snow coverage of the pool. In general, long-term changes in the snowfall regime of the river basin. Emba are aimed at increasing the water content of the river.*

УДК 551.501.86

Канд. геогр. наук

А.М. Кауазов<sup>1,2</sup>А.Н. Нурлан<sup>3</sup>А.Е. Жолдасбек<sup>2</sup>А.С. Бозбекова<sup>2</sup>

**ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДАННЫХ МОДЕЛИ  
NOAH / GSFC В РАМКАХ ПРОЕКТА FEWSNET/USGS / EROS ДЛЯ  
ОПЕРАТИВНОГО ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ  
В СЕВЕРНОМ КАЗАХСТАНЕ**

**Ключевые слова:** снежный покров, водный эквивалент, модель Noah, влагозапас, метеостанция

*В статье представлена оценка возможности применения данных модели Noah в рамках проекта FEWS NET / USGS / EROS для оперативного гидрологического прогнозирования. В работе использовались данные Центра космических полетов НАСА им. Годдарда (США) и данные наземных метеостанций. Представлены статистические оценки соответствия данных, рассчитан коэффициент корреляции, показавший невысокую связь и равный 0,4, выявлены недостатки модельных данных и ошибки определения водного эквивалента, достигающих больших абсолютных и относительных значений. Сделан вывод о том, что модельные данные не пригодны для оперативного прогнозирования в Северном Казахстане и могут быть использованы в горных районах или только для сравнительного анализа пространственно-временных отклонений.*

**Введение.** Казахстан относится к странам с резко континентальным климатом. В северной половине республики продолжительность холодного периода составляет около полугода. Что создает условия для формирования устойчивого снежного покрова и его накопления. Снежный покров является аккумулятором всех осадков за

---

<sup>1</sup>РГП «Казгидромет», г. Нур-Султан, Казахстан

<sup>2</sup>КазНУ им. Аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан

<sup>3</sup>РГП «Казэронавигация», г. Алматы, Казахстан

зимний период, и источником влаги в весенний период. Запас воды в снежном покрове (SWE) определяет общее количество воды, которая весной будет доступна. Таяние снега обеспечивает весенний влагозапас почвы, который играет важную роль в посевной период и в ранние сроки вегетации, так как недостаточное количество снега становится причиной весенних засух. В то же время весеннее таяние снега обуславливает паводки, риски наводнений и ЧС. При этом обе эти задачи в области сельского хозяйства и ЧС, являются обратными друг другу и могут быть решены только при решении одной из них. Однако, эти задачи не могут быть решены полностью без определения исходной информации – точного количества водного эквивалента в снежном покрове. В этой связи изучение возможности гидрологического прогнозирования представляет значительную важность и определяет высокую актуальность исследования.

Прогнозирование как стока, так и запасов влаги в почве представляет значительную сложность и интерес. Фактические сведения о запасе воды в снежном покрове традиционно получают на основе маршрутных снегомерных наблюдений. Такие измерения являются самыми точными и репрезентативными, но в силу трудоемкости данного процесса они не могут обеспечить требуемую детализацию по времени (не реже одного измерения в сутки) и оперативность предоставления информации, необходимую для использования в современных технологиях численного прогноза погоды. Кроме того, их выполнение ограничено в пространстве. Таким образом, ежедневный пространственный мониторинг запасов воды в снежном покрове, необходимый также для оценки региональных климатообразующих факторов, представляет актуальную задачу.

В виду объективной сложности как самого объекта – снежного покрова, так и условий – тип весны, типы почв и рельефа, проблема так и не решена с приемлемой точностью.

Вместе с тем, в последнее время большое распространение получили данные дистанционного зондирования, беспилотники, ГИС и средства обработки геопространственных данных. В настоящее время активно развиваются два направления, позволяющие получать информацию о состоянии характеристик снежного покрова:

1) на основе данных искусственных спутников Земли и методов их интерпретации;

2) с помощью технологий численного прогноза погоды со встроенными системами циклического усвоения данных, с помощью искусственных спутников Земли.

Одной из главных проблем для получения информации о SWE по данным дистанционного зондирования земли (ДЗЗ) является то, что излучению / сигналу требуется проникновение сквозь поверхность снега и исследование свойств всей глубины снежного покрова. Современные технологии дистанционного зондирования для SWE включают измерения ослабления гамма-излучения, испускаемого почвой под снегом, пассивное или активное микроволновое излучение и различные методы оценки глубины снежного покрова, которая затем умножается на известную или предполагаемую плотность. В грубых пространственных и временных масштабах SWE может быть определен путем обнаружения незначительных изменений силы тяжести Земли. К сожалению, ни одна из этих технологий не достигла состояния производственной готовности, точности и надежности.

Другая проблема заключается в том, что высота снежного покрова и SWE значительно меняются в течение зимы. Неглубокий снежный покров с низкой плотностью в октябре имеет мало общего с глубоким и плотным снегом весной. Кратковременные погодные явления, такие как сильный ветер, снегопад или интенсивное солнечное излучение, могут изменить характеристики снега всего за несколько часов. Поэтому, недостаточно иметь немногочисленные и нечастые измерения, требуется мониторинг с высокой частотой измерений.

На современном этапе прогнозирование опирается на данные моделирования численных прогнозов погоды (ЧПП). Физико-математические модели динамики снежного покрова рассмотрены в [1, 2]. Анализ мирового опыта применения различных моделей снежного покрова в практике гидрологического прогнозирования представлен в Руководстве по гидрологической практике [3], а также Руководстве ВМО по прогнозированию паводков [4].

Перспективной для адаптации является модель динамики снежного покрова SNOW-17, разработанная в Национальной службой погоды США [5]. Данная модель хорошо зарекомендовала себя в практике оперативного гидрологического прогнозирования США, а также других стран. В

качестве входных параметров модели используются всего две переменные температура воздуха и сумма осадков. В настоящее время одними из самых доступных являются данные модели Noah в рамках проекта FEWS NET / USGS / EROS.

Однако эти данные не были верифицированы или откалиброваны на территории Казахстана. Поэтому представляет большой научный и практический интерес провести сравнение фактических данных и данных Центра космических полетов НАСА им. Годдарда / USGS / EROS и оценить их точность и возможность использования для оперативного прогнозирования влагозапасов снежного покрова в весенний период на основе спутниковых данных.

Цель данного исследования заключается в изучении возможностей использования данных модели Noah / GSFC для оперативного гидрологического прогнозирования.

**Использованные данные.** В 1985 году Агентство США по международному развитию (USAID) создало Систему раннего предупреждения о голоде (теперь официально известную как Сеть системы раннего оповещения о голоде, или FEWS NET) [6].

Центр данных USGS / EROS (EDC) работает с USAID, Национальным управлением по авиации и исследованию космического пространства (NASA), Национальным управлением по океану и атмосфере (NOAA) и Chemonics International (Chemonics) для предоставления данных, информации и анализов, необходимых для проекта FEWS NET. NASA и NOAA собирают и обрабатывают спутниковые данные, которые используются для мониторинга состояния растительности (Нормализованный разностный индекс растительности или NDVI), осадков (Rain Fall Estimate, или RFE) и других параметров, включая снежный покров.

Данные SWE в настоящее время обрабатываются для FEWS NET в Центре космических полетов НАСА им. Годдарда (GSFC) с использованием LIS версии 7 с LSA версии 3.6.1 LSM. Эта модель моделирует важные процессы биогеофизического, гидрологического и энергетического баланса, которые происходят на поверхности, предлагая физически обоснованный подход к моделированию снега [7].

Noah 3.6.1 работает с пространственным разрешением 1 км и временным разрешением в полчаса, используя данные Глобальной системы сбора данных (GDAS) и производит выдачу результатов расчета один раз в день. Университет штата Мэриленд и GSFC предоставили несколько наборов параметров данных для моделей. Эти наборы данных параметров включают данные о поверхностных водах (MOD44w), информацию о растительности, альбедо, высоте и почве.

Программное обеспечение LIS использует билинейную интерполяцию, чтобы уменьшить масштаб данных GDAS и сеток параметров до разрешения 1 км. Он также включает в себя коррекцию с учетом склона и ориентации [8]. Объем снегозапасов рассчитывается на выходных данных из модели Noah 3.6.1 LSM в виде карты снегозапасов, предназначенной для обеспечения оценки потенциальной опасности наводнения из-за таяния снега и сезонных оценок воды, доступной для орошения. Карты влагозапасов представлены для всего региона Центральной Азии в следующем виде на рисунке 1.

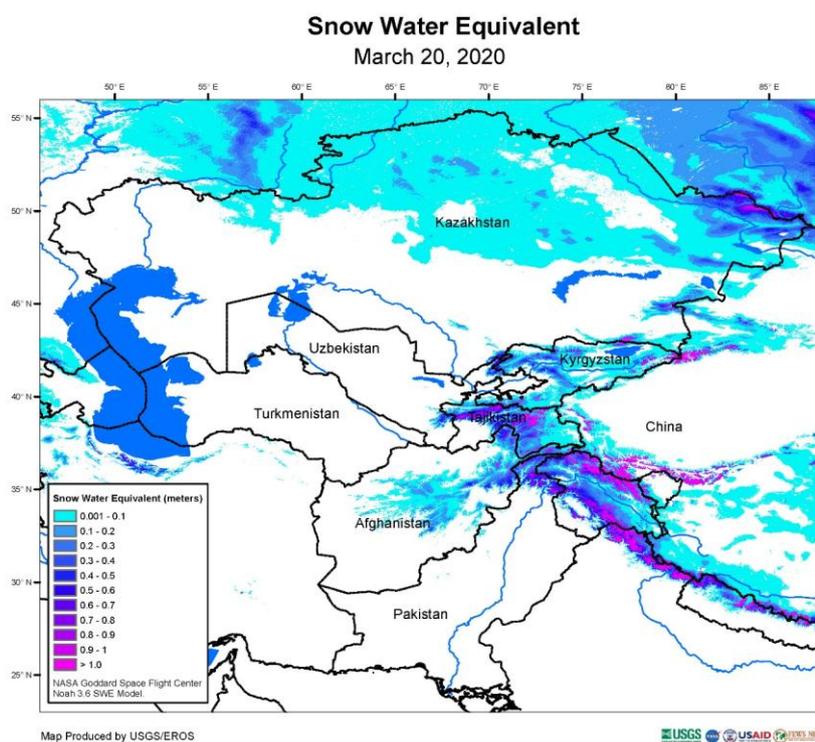


Рис.1. Пример распространяемых USGS / EROS данных о распределении водного эквивалента снежного покрова (SWE) на 20 марта 2020 года [6].

Данные о снегозапасах представлены с шагом 10 см, что соответствует 100 мм, в виде изолиний, залитых стандартным цветом.

В качестве фактических данных в данном исследовании были использованы данные с метеостанций (МС) Акмолинской, Костанайской и Северо-Казахстанской области. К анализу были привлечены имеющиеся в распоряжении данные о высоте снежного покрова (см) и плотности снежного покрова ( $\text{г/см}^3$ ), на следующих МС: Аркалык, Аршалы, Егиндыколь, Жаксы, Акколь, Степногорск, Балкашино, Карасу, Рузаевка, Рудный, Щучинск, Чкалово, Сергеевка, Пресногорьковка, Петропавловск, Джетыгара за период с 2002 по 2008 год. Несмотря на то, что данные не новые, и проводился ретроспективный анализ, тем не менее, для оценки точности эти данные вполне можно использовать, так как методика их получения не менялась, также методика данных USGS / EROS оставалась постоянной. Привлеченные метеорологические станции Северного Казахстана, преимущественно расположены не в крупных населенных пунктах, которые бы искажали данные воздействием так называемой «тепловой шапки».

**Методика сравнительного анализа данных USGS / EROS и фактических наземных данных.** Ежедневные данные USGS / EROS были скачаны за длительный период с главного сайта проекта в формате \*.pdf за период январь-апрель. Далее файлы были преобразованы в формат \*.tiff. После этого, все скачанные файлы были подвергнуты процедуре геопривязки в ГИС MapInfo версии 11-17, и были организованы в слои. Кроме того, в слои были добавлены контуры области.

Также были определены географические координаты метеостанций и в ГИС пакете преобразованы в слой МС. В дальнейшем географическое положение МС было необходимо для перехода от пространственных данных к точечным.

Данные о высоте и плотности снега, координатах станций были организованы в базу данных MS Access для удобства работы с ГИС (представлены на рисунке 2), которые при необходимости экспортировались в файл MS Excel.

Из пространственных данных USGS / EROS после загрузки в ГИС проводилась точечная съемка данных, которые заносились в таблицу.

Методика съемки заключалась в визуальном осреднении влагозапасов в радиусе 10 км от МС для избежания неточности при точечных оценках.

Значение 10 км было принято как условная зона соответствия наземных измерений на МС, т.е. фактической репрезентативности данных МС на местности. При расположении МС в одной однородной зоне, точечные данные принимались как среднеарифметическое по данной градации. Например, если МС была расположена в зоне 0...100 мм, то влагозапас на ней оценивался в 50 мм. Если половина площади круга ограниченного радиусом 10 км занимала другая зона, например 100...200 мм, то влагозапас принимался как 100 мм. Соседние зоны с иными влагозапасами учитывались, но не дистанция или расстояние до них, а учитывалась их доля в круге радиусом 10 км и влагозапас, соответственно, либо увеличивался либо уменьшался.

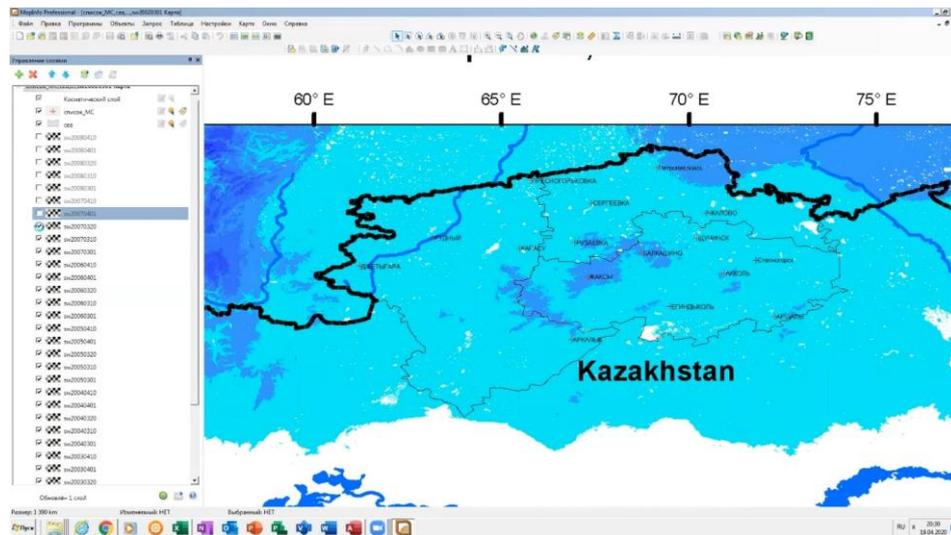


Рис. 2. ГИС-данные о высоте и плотности снега, координаты станции.

В результате получалась таблица в которой напротив каждой цифры фактических наземных данных о влагозапасах располагались осредненные пространственные данные USGS / EROS, которые затем прямо сравнивались. Запас воды в снеге (SWE) по фактическим данным рассчитывался по формуле:

$$SWE = 10hp,$$

где  $h$  – высота снежного покрова (см),  $p$  – плотность снежного покрова ( $г/см^3$ ), 10 – множитель для перевода см в мм.

В северных районах Казахстана накопление снега идет в течение всей зимы, до самого снеготаяния и максимум высоты приходится соответственно на апрель-март. Высота и плотность это наиболее важные параметры. Произведение высоты и плотности позволяет определить SWE. Пространственная и временная изменчивость SWE по территории очень велика. При этом, эта изменчивость в немалой степени формируется за счет изменения плотности. В течение всего периода существования снежного покрова его плотность претерпевает изменения, которые обусловлены различными факторами: давление вышележащих слоев снега на нижележащие, процессы метаморфизма, оттепели и связанные с ними процессы фазовых переходов и перемещения талой воды, воздействие ветра, рельефа местности, влияния растительности, фазовый состав выпадающих осадков.

В целом плотность снежного покрова существенно меняется как в пространстве, так и во времени. Она постепенно нарастает от начала зимы к весне и достигает своего максимума в период таяния снега. Больших значений плотность может достигать в районах с высоким снежным покровом и продолжительной зимой благодаря уплотнению снега под влиянием силы тяжести. Она может быть большой также и в районах с невысоким снежным покровом, если в течение зимы наблюдаются сильные ветры, способствующие уплотнению снега, или возможны оттепели, вызывающие подтаивание снега.

Для сопоставления данных был выбран период с максимальными снегозапасами, которые в данном регионе приходятся на март. Данные были проанализированы для 20 марта каждого года начиная с 2002 по 2008 год.

Для оценки точности данных USGS / EROS и оценки связи данных был проведен сравнительный анализ с привлечением фактических наземных данных. К сожалению, не по всем станциям были данные за каждый год, например, в 2005 году данные были по 7 станциям из 14 выбранных, в 2002 по 8. А в 2009 году добавились дополнительные три МС Есиль, Киима, Кокшетау.

**Обсуждение результатов.** Для оценки общего соответствия данных друг другу был рассчитан коэффициент корреляции с

привлечением данных по всем имеющимся МС. Итоговое значение коэффициента корреляции оказалось не высоким 0,40 (рисунок 3).

Такого рода связь не позволяет использовать данные для прогнозирования. Тем не менее, рассмотрим данные более подробно, так как корреляция показывает прямое точечное сравнение. Расчет средних значений по всем годам и точкам, вполне ожидаемо показал высокое соответствие данных друг другу – среднее значение SWE по наземным данным 60,7 мм, а SWE по данным USGS / EROS 55,4 мм, среднеарифметическая разница 5,3 мм. При этом разброс достаточно большой – среднее абсолютное отклонение от среднего 28,5 мм. Максимальное положительное отклонение достигало 95 мм, а максимальное отрицательное отклонение достигало – 51,4 мм. Таким образом, высокое соответствие средних значений объясняется взаимной компенсацией равнозначных ошибок.

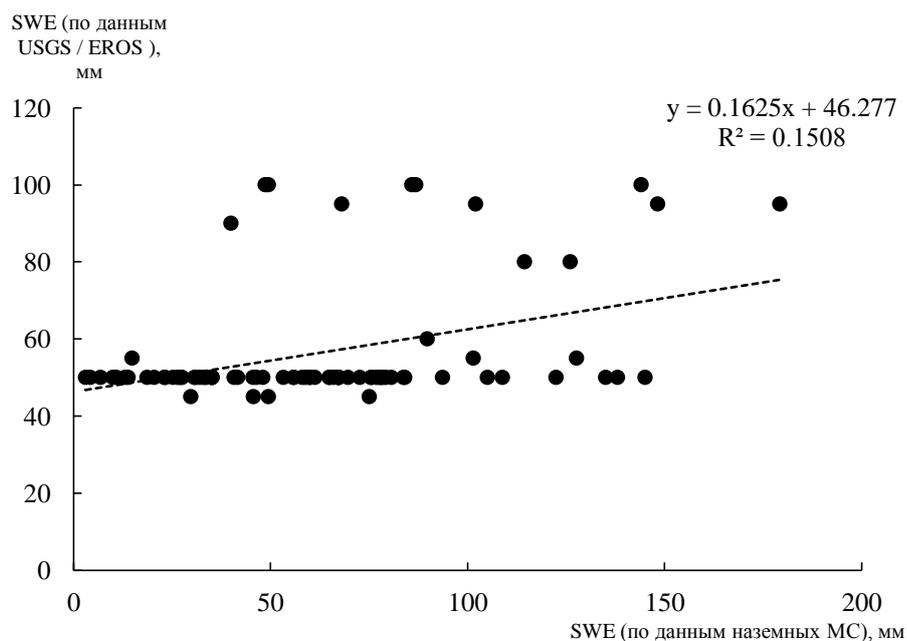


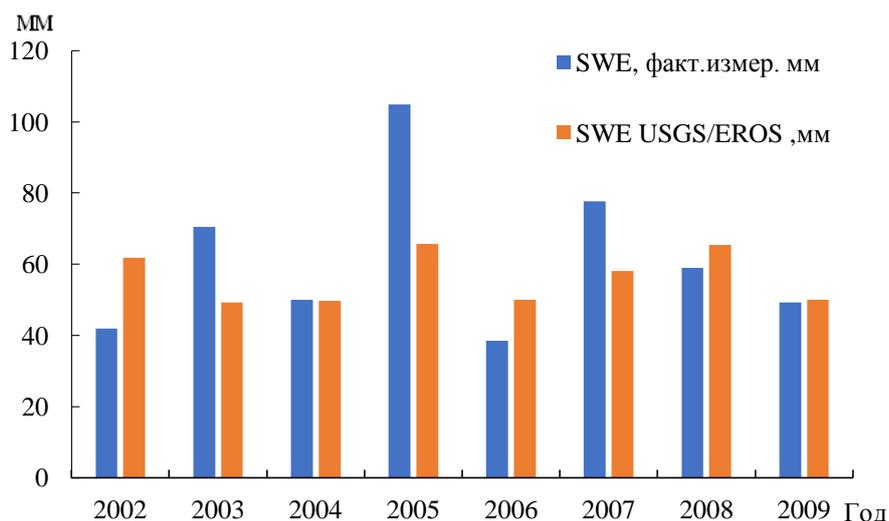
Рис.3. Связь данных USGS / EROS и фактических наземных данных.

При сравнении среднегодовых значений, результаты схожие. Хотя в отдельные годы наблюдается почти полное соответствие данных, как например в 2004 и 2009 году (рисунок 4), но в отдельные годы разброс средних значений достигает существенных величин 40 мм – в 2005 году. Данные USGS / EROS, даже осредненные, в целом, плохо отражают

межгодовую динамику изменения влагозапасов в снеге. Экстремальные значения плохо отражаются.

Сезонная изменчивость также плохо отражена на картах, например, в Северном Казахстане вся территория, как правило, лежит в одной зоне 0...100 мм, иногда появляются зоны 100...200 мм. Большое огрубление данных скрывает все пространственные неоднородности (рисунок 5).

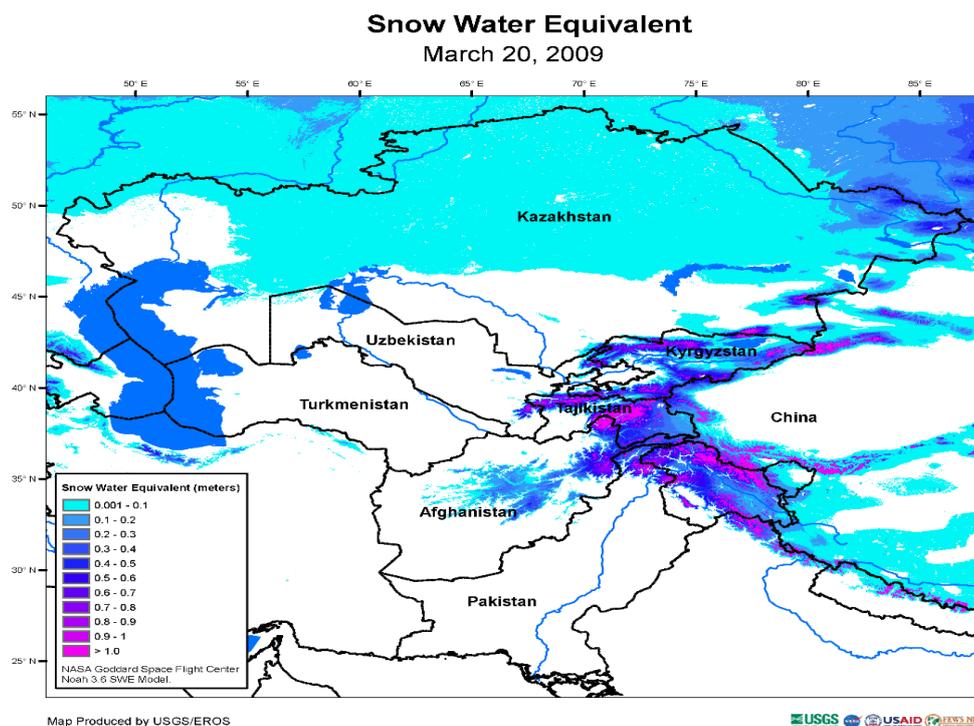
При этом огрубление (осреднение) данных не дает положительного эффекта как при оценке точечных данных, так и при оценке осредненных по всей территории. Отклонение по отдельным годам доходит до 50%. Причем отклонение разнозначное и происходит в обе стороны, поэтому как-то учесть отклонения вводом поправки пока не представляется возможным.



*Рис.4. Среднегодовые влагозапасы по данным USGS / EROS и фактическим наземным МС. Динамика изменения осредненных значений SWE по годам.*

Кроме того, сравнение площади и конфигурации заснеженной территории (SCA-snow covered area) с фактическими данными покрытия снежным покровом на основе спутниковых снимков MODIS и алгоритмов NDSI, показал значительные различия в полях снежности, как по конфигурации, так и по площади. В целом наблюдается

превышение площади, занятой снежным покровом, т.е. фактически отставание модели снеготаяния от фактических данных на несколько дней.



*Рис.5. Однородное распределение снеготаяния по территории Казахстана.*

Таким образом, данные USGS / EROS использовать в оперативной практике необходимо с осторожностью, так как абсолютные значения ошибки в оценке влагозапаса составляют большую часть его фактического количества. По-видимому, наиболее подходящая территория для использования данных USGS / EROS – горные районы, где с учетом огромных снеготаяния абсолютная ошибка в 50 мм, при общем количестве 500...1000 мм может быть не такая чувствительная. В целом, правомерно сделать вывод о том, что на равнинной территории данные USGS / EROS не существенно лучше наземных и прогноз влагозапаса с приемлемой точностью – еще не до конца решенная задача.

**Заклучение.** Знание SWE является ключевым для оценки распределения воды, а также для оценки риска наводнений. Сравнительный анализ данных модели Noah / GSFC с фактическими

показал, что модельные данные на равнинной территории имеют значительные ошибки. Абсолютные ошибки достигают 95 мм. Коэффициент корреляции данных модели Noah / GSFC с фактическими показал невысокое значение 0,4. Основная причина ошибок заключается в том, что модель дает некалиброванные оценки водного эквивалента снежного покрова. Данные для калибровки в настоящее время недоступны. В целом модельные данные следует использовать для сравнительного анализа, а не абсолютного сравнения сезонов и пространственного распределения. Возможно имеется потенциал для использования в горных районах.

В настоящее время нет подходящего инструмента, который позволил бы получить данные о SWE с приемлемой точностью и решить производные задачи прогноза стока и запасов влаги в почве. Однако, данные направления имеют резерв для своего развития в случае применения калибровочных данных или адаптации модели для условий Казахстана.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Виноградов Ю.Б., Виноградова Т.А. Математическое моделирование в гидрологии. – М.: Академия, 2010. – 304 с.
2. Кучмент Л.С., Гельфан А.Н. Ансамблевые долгосрочные прогнозы весеннего половодья с помощью физико-математических моделей формирования стока // Метеорология и гидрология. – 2007. – № 2. – С. 76–88.
3. Портал данных проекта FEWSNET / USGS / EROS. [Электронный ресурс]. – <https://earlywarning.usgs.gov/fews/> [06. 10. 2020].
4. Anderson E.A. Snow accumulation and ablation model – SNOW-17 // NOAA Technical Report. – 2006. – 61 p.
5. Guide to Hydrological Practices. Volume II. Management of Water Resources and Application of Hydrological Practices // WMO-No. 168: sixth edition. – 2009. – 302 p.
6. Kumar, Sujay V., et al. Land Information System – An Interoperable Framework for High Resolution Land Surface Modeling. *Environmental Modelling and Software* 21 (2006). – Pp. 1402-1415.

7. Kumar, Sujay V., et al. Multiscale evaluation of the improvements in surface snow simulation through terrain adjustments to radiation. // *Journal of Hydrometeorology*. – 14.1 (2013). – Pp. 220-232.
8. Manual on Flood Forecasting and Warning // WMO-No. 1072. – 2011. 142 p.

Поступила 08.10.2020

Геогр. ғылымд. канд.

А. М. Кауазов  
А.Н. Нурлан  
А.Е. Жолдасбек  
А.С. Бозбекова

**СОЛТҮСТІК ҚАЗАҚСТАНДЫ ОПЕРАТИВТІ ГИДРОЛОГИЯЛЫҚ  
БАҒАЛАУ ҮШІН FEWS NET / USGS / EROS ЖОБАСЫ  
ШЕҢБЕРІНДЕ NOAH / GSFC МОДЕЛІНІҢ МӘЛІМЕТТЕРІН  
ҚОЛДАНУ МҮМКІНДІГІ**

**Түйін сөздер:** қар жамылғысы, судың эквиваленті, Noah моделі, ылғал мөлшері, метеостанция

*Мақалада Noah моделінің деректерін FEWS NET / USGS / EROS жобасы шеңберінде жедел гидрологиялық болжау үшін пайдалану мүмкіндігі келтірілген. Жұмыста Годдард (АҚШ) атындағы ғарыштық ұшу орталығының деректері және жер бетіндегі метеостанцияларының мәліметтері пайдаланылды. Деректердің сәйкестігінің статистикалық бағалары ұсынылған, корреляция коэффициенті есептелді, ол 0,4-ке тең әрі төмен байланысты көрсетті, модельдік деректердің кемшіліктері мен үлкен баламалы және салыстырмалы мәндерге жететін су эквивалентінің қателіктері анықталды. Үлгі мәліметтер Солтүстік Қазақстанда жедел болжауға жарамсыз деген қорытындыға келді және таулы аймақтарда немесе салыстырмалы-уақытша ауытқуларды талдау үшін ғана қолдануға болады.*

A.M. Kauazov, A.N. Nurlan, A.E. Zholdasbek, A.S. Bozbekova

**POSSIBILITY OF USING DATA FROM THE NOAH/ GSFC MODEL IN  
THE FRAMEWORK OF THE FEWS NET/USGS / EROS PROJECT  
FOR OPERATIONAL HYDROLOGICAL FORECASTING IN  
NORTHERN KAZAKHSTAN**

**Keyword:** snow cover, water equivalent, NOAH model, moisture reserve, weather station.

*The article presents an assessment of the possibility of using data from the NOAA model in the framework of the FEWS NET/USGS / EROS project for operational hydrological forecasting. The work used data from the space flight center Goddard (USA) and data from ground-based weather stations. Statistical estimates of data compliance are presented, the correlation coefficient is calculated, which shows a low correlation and is equal to 0,4, the shortcomings of model data and errors in determining the water equivalent reaching large absolute and relative values are revealed. It is concluded that the model data are not suitable for operational forecasting in Northern Kazakhstan and can be used in mountainous areas or only for comparative analysis of spatial and temporal deviations.*

УДК 551.510.42

Доктор геогр. наук

А.В. Чередниченко<sup>1</sup>

Доктор геогр. наук

В.С. Чередниченко<sup>2</sup>

Канд. геогр. наук

А.Н. Мунайтпасова<sup>2</sup>**СВЯЗЬ ПРИЗЕМНОГО ОЗОНА С ЗАГРЯЗНЯЮЩИМИ  
ВЕЩЕСТВАМИ ВОЗДУХА ПО ДАННЫМ ГОРОДА АЛМАТЫ**

**Ключевые слова:** приземный озон, коэффициенты корреляции, загрязняющие вещества, сезоны года, температура, теснота связей

*В работе рассматриваются теснота вероятных статистических связей между приземным озоном, сезонами года, и основными загрязняющими веществами, города Алматы. Рассчитаны коэффициенты корреляции, индекс детерминации, показано, что сезонный и температурный фактор оказывает более сильное действие на образование приземного озона, чем присутствующие загрязняющие вещества.*

**Введение.** С момента обнаружения факта сокращения озонового слоя прошло более 50 лет. Огромное количество предположений, гипотез были изложены учеными. Научно-исследовательские работы, проводимые в рамках изучения озонового слоя, дали человечеству большое количество информации о природе многих явлений и процессов, происходящих в верхних слоях атмосферы, были изучены более детально внутренние связи между компонентами среды. Многие вновь открытые факты заставили исследователей пересмотреть сложившиеся теории или внести в них существенные корректировки. Однако остается много открытых вопросов: нет окончательного мнения о механизме образования озона, стоит вопрос о различных связях между стратосферным озоном и его приземными концентрациями, влиянием синоптических процессов на вертикальный перенос стратосферного озона и прочее [11, 13, 10].

---

<sup>1</sup>Университет "Туран", г. Алматы, Казахстан

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

В настоящей работе авторы ставили себе цель найти связи между изменениями приземных концентраций озона и концентрациями загрязняющих веществ в воздушном бассейне города.

**Материалы и методы исследования.** Для выполнения работы были привлечены первичные данные загрязняющих веществ атмосферного воздуха и приземного озона по данным городской метеорологической станции Алматы РГП "Казгидромет", за период с 2000 по 2012 гг., данные экспедиционных исследований города Алматы и пригородов, проведенных в рамках программы TACIS, за период с 2007...2009 гг. Измерения производились стандартными приборами, рекомендованными для измерительной сети мониторинга окружающей среды, которые прошли сертификацию в измерительной палате.

Для проведения сравнительного анализа применялся стандартный набор статистических методов, используемых в программе Excel. Также привлекались синоптические карты, для анализа полученных выводов. В качестве среднесуточной концентрации принималась средняя арифметическая из числа разовых, выявленных в течение суток, а в качестве среднemesячной концентрации – средняя арифметическая из числа среднесуточных, выявленных в течение месяца. Также определялись взвешенные индексы сезонности, позволяющие оценить уровень загрязнения атмосферного воздуха отдельными примесями по сезонам года.

**Результаты исследования.** Известно, что основным стоком атмосферного озона являются приземный слой и поверхность земли. Поэтому количество приземного озона определяется с одной стороны интенсивностью его поступления из верхних слоев атмосферы (из стратосферы), а с другой – скоростью его разрушения в приземном слое и у земли [7, 16]. Лучшими условиями для поступления озона в приземный слой являются такие, когда развиты конвекция, турбулентность, а также упорядоченные перемещения воздуха по вертикали [7, 17].

Как показали исследования, такие условия создаются в весенне-летний период [6, 7, 15, 17]. Зимой, для большинства регионов Казахстана, кроме отсутствия условий для интенсивной конвекции и турбулентности характерно наличие приземных инверсий или изотермий, препятствующих поступлению озона в приземный слой. Это обуславливает в годовом ходе приземного озона максимум в летний период и минимум – в зимний период, май и декабрь-январь, соответственно. При этом амплитуда его

годового хода велика: от  $0,01 \text{ мкг/м}^3$  зимой до  $0,16 \text{ мкг/м}^3$  летом, т.е. летние средние концентрации превышают зимние в 10...15 раз. На рис. 1 представлен годовой ход приземного озона в г. Алматы за трехлетний период.

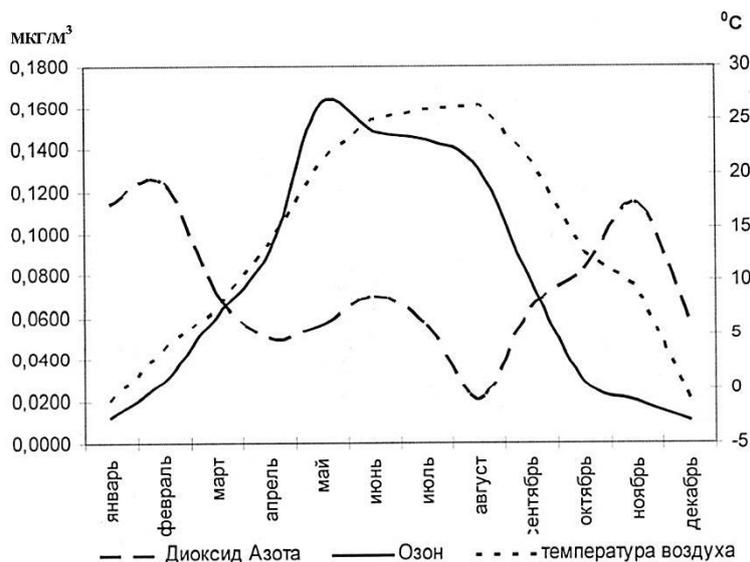


Рис. 1. Годовой ход приземного содержания озона в Алматы.

(Авторские исследования выполнены в рамках НИР «Оценка современного развития секторов потребителей озоноразрушающих веществ и их воздействие на озоновый слой и изменения климата. Возможности адаптации секторов к мерам, принимаемым для выполнения обязательств по Монреальскому протоколу по веществам, разрушающих озоновый слой. Заказчик Министерство экологии, геологии и природных ресурсов РК).

Считается, что скорость разрушения приземного озона зависит еще от концентраций диоксида азота. Поэтому на графике рис.1 нанесен также ход средних концентраций этого вещества. Кроме того, на графике нанесены, еще и среднемесячные температуры воздуха, характеризующие условия термической конвекции и турбулентности.

Можно видеть, что от зимы к лету кривая изменения концентраций приземного озона в общих чертах повторяет ход температуры воздуха. Однако, начиная с августа, концентрации озона снижаются заметно быстрее, чем снижается температура воздуха. Это обусловлено тем, что в конце лета и осенью для региона характерен вынос теплых воздушных масс с Аравийского полуострова и с Афганистана, как известно, бедных озоном [6, 8, 15, 17]. В результате, несмотря на вполне интенсивное перемешивание по вертикали, поступление озона в приземный слой уменьшается быстрее, чем происходит снижение температуры воздуха.

Годовой ход концентраций двуокиси азота обратный годовому ходу концентрации озона. Минимум двуокиси азота наблюдается в августе, а максимум – в зимний период, что вполне объяснимо. Основными источниками выбросов диоксида азота являются энергетические предприятия, а также автотранспорт. Выбросы энергетических предприятий максимальны в зимнее время и минимальны летом. В августе заметно снижается и количество автомобилей в городе по сравнению с весной и осенью. Следовательно, усмотреть эффект разрушения озона выбросами двуокиси азота не представляется возможным, по крайней мере на уровне среднемесячных величин.

Особый интерес представляют низкие концентрации озона в зимний период. Над юго-востоком Казахстана в это время почти постоянно располагается гребень сибирского антициклона, способствующий формированию довольно мощных приземных инверсий. Повторяемость таких инверсий в г. Алматы превышает 70 % [5]. В результате, поступление озона из средних слоев стратосферы затруднено, а процесс его разрушения в приземном слое имеет место. На фоне такой общей особенности, характерной для зимы, в отдельные дни, в зависимости от аэросиноптических условий, концентрации приземного озона могут сильно увеличиваться.

**Суточный ход приземного озона.** Поскольку приземный озон оказывает непосредственное влияние на человека, то его исследованию всегда уделялось большое внимание. Особый интерес представил его суточный ход. Еще в [8] было показано, что особенности суточного хода связаны с распределением озона в приземном слое, процессами переноса и разрушения приземного озона. Авторы [6] полагают, что суточные изменения приземного озона, являются следствием вертикального обмена массами воздуха. И только зимой при сильно ослабленном обмене вступает в силу второй фактор – «загрязнение воздуха взвешенными веществами, разрушающими озоновый слой». Там же было показано, что абсолютная и относительная амплитуда суточного хода приземного озона увеличивается летом примерно до 20 % от среднего за год, и уменьшается зимой. Амплитуда невелика в приморском климате и на возвышенностях зимой. Максимум концентраций озона наступает обычно вскоре после полудня, а минимум – утром во время восхода солнца. Летом максимум часто сдвигается на 16...17 ч. местного времени.

Исследования, выполненные разными авторами в последующие годы, углубили и расширили наши знания о суточном ходе приземного озона, и основные результаты, представленные в [8], и в ходе выполнения работы были подтверждены нами.

**Суточный ход приземного озона в г. Алматы.** В таблице 1 помещены основные характеристики суточного хода ПО в г. Алматы в срединные месяцы сезонов года.

Таблица 1

Величины приземного озона над г. Алматы (мкг/м<sup>3</sup>)\*

Месяцы	Характеристики	Сроки				Среднегодовые значения ПО
		01	07	13	19	
Январь	Среднее	5	7	15	2	7
	max	74	83	51	25	–
	min	0	0	0	0	–
Апрель	среднее	108	10,5	227	85	132
	max	274	301	488	240	–
	min	3	3	50	0	–
Июль	среднее	201	168	359	221	238
	max	433	341	677	450	–
	min	20	31	55	37	–
Октябрь	среднее	38	37	172	19	94
	max	226	173	342	123	–
	min	0	0	0	0	–

\*Авторские исследования, выполненные в рамках НИР «Оценка современного развития секторов потребителей озоноразрушающих веществ и их воздействие на озоновый слой и изменения климата. Возможности адаптации секторов к мерам, принимаемым для выполнения обязательств по Монреальскому протоколу по веществам, разрушающих озоновый слой, заказчик Министерство экологии, геологии и охраны окружающей среды РК.

Можно видеть, что суточный ход озона в г. Алматы существенно отличается от результатов, содержащихся в [5] и др. для равнин. Общим является то, что во все сезоны года максимум приземного озона имеет место в 13 часов местного времени. При этом средние концентрации от января (минимум) к июлю (максимум) увеличиваются в 20 раз, это существенно больше, чем величины годовых амплитуд для Европы и Северной Америки [8]. Причиной этого являются мощные приземные инверсии, обусловленные влиянием юго-западного отрога сибирского антициклона, наблюдающиеся в течение всего холодного периода, Инверсии препятствуют поступлению озона из тропосферы, поэтому зимой минимум ПО особенно глубокий.

Минимум озона в январе-апреле и октябре в суточном ходе имеет место не в утренние часы, а вечером в 19 часов. Только в июле его минимум наблюдается в 7 часов утра.

От максимума в 13 часов концентрации ПО быстро понижаются к 19 часам за счет ослабления конвекции, турбулентности, а также в связи с началом формирования приземной или приподнятой инверсии, которая имеет место в любое время года.

Даже с заходом солнца и охлаждением гор появляется горный ветер. Как известно из [6, 8], в приземном слое в холодный период на высоте примерно 500...1000 м имеет место максимум озона в его вертикальном распределении. Горный ветер, способствует опусканию воздушных масс вдоль горных долин и склонов, и обогащает озоном нижние слои. Этим и объясняется отсутствие минимума озона в 07 ч в холодные месяцы и его наличие – в теплые. При этом в июне-августе этот минимум особенно глубокий. Небольшие понижения концентраций ПО в 07 ч наблюдаются в апреле и октябре. В конце апреля и начале октября условия ближе к летним, чем к зимним. Поэтому мы можем наблюдать этот слабый вторичный минимум.

В таблице 1 приведены также крайние значения или экстремумы ПО, наблюдавшиеся в течение месяцев определенных сезонов. В январе, апреле и октябре нижние значения ПО определяются чувствительностью прибора. В январе в сроки 01, 07, 13 и 19 ч было зарегистрировано 18, 13, 4 и 18 случаев, когда прибор показывал нулевые концентрации ПО. В апреле и июле таких случаев не было, а в октябре они составили 9, 7, 0 и 11 соответственно по срокам. Апрель и октябрь, следовательно, несмотря на примерную одинаковость соляных условий имеют очень различающиеся средние величины ПО (132 и 94 мкг/м<sup>3</sup>, соответственно) и максимумы ПО, в октябре заметно ниже, чем в апреле. Самым заметным различием, однако, является повторяемость нулевых величин. В октябре имели место 27 таких случаев из 94, а в апреле – ни одного. Октябрь является переходным месяцем от лета к зиме [5, 9, 12, 14], когда летние процессы уже ослаблены, а зимние не набрали силу. Это обуславливает слабый обмен по вертикали (по сравнению с апрелем) и быстрое в летние месяцы снижение концентраций приземного озона.

Как видно из той же таблицы 1, экстремумы во все сроки в июле только в 2 раза превышают средние величины. В апреле и в октябре во время дневного максимума они тоже только в 2 раза превышают среднее

значение в  $110 \text{ мкг/м}^3$ . В другие сроки, однако, это превышение может быть в 4 и более раз выше, чем средние за этот срок. Для января, ввиду большого числа нулевых значений, выводы менее надежны, экстремумы в период дневного максимума более чем в три раза превышают среднее, а в другие сроки они различаются в 10...15 раз. Отмечаемые особенности в величинах средних и экстремумов позволяют предположить следующее: существуют какие-то предельные величины концентраций озона в атмосфере, откуда он поступает в приземный слой [2, 4]. Летом, когда механизм вертикального обмена наиболее активен, приземные концентрации озона велики и они заметно приближаются к максимально возможным с учетом возможностей механизма передачи. Поэтому средние и максимальные величины ПО различаются минимально в годовом ходе. В другие сезоны в приземный слой поступает в среднем только часть озона от возможного. Только при активных синоптических процессах условия вертикального обмена временно улучшаются (ухудшаются) и появляется максимум (или минимум), существенно отличающийся от среднего.

Стоит отметить, что синоптические условия, при которых имеют место экстремальные условия концентрации озона, требуют самостоятельного рассмотрения и в рамках представленной работы не затрагиваются [2, 4, 9, 14].

Представляет также интерес рассчитать коэффициенты корреляции и установить связь между приземным озоном и основными загрязняющими веществами, характерными для городской среды. В нашем случае это были: взвешенные вещества; оксид углерода; диоксид азота; формальдегид. Привлечение этих данных, по мнению некоторых источников, могло помочь в последующем анализе фотохимических реакций.

По данным всемирной организации здравоохранения для приземного озона установлены предельно допустимые концентрации, равные  $30 \text{ мкг/м}^3$ , повышение концентраций которых приводит к различным заболеваниям и даже к смертности населения [3, 4]. Взаимосвязь концентрации приземного озона и загрязняющих веществ воздушного бассейна города Алматы представлены в таблице 2.

В результате расчетов множественной регрессии, было получено, что параметры модели статистически значимы. Возможна экономическая интерпретация параметров модели: увеличение взвешенных веществ на

1 мкг/м<sup>3</sup> приводит к уменьшению приземного озона в среднем на 0,0384 мкг/м<sup>3</sup>; увеличение оксидов углерода на 1 мкг/м<sup>3</sup> приводит к уменьшению приземного озона в среднем на 0,0398 мкг/м<sup>3</sup>; увеличение диоксидов азота на 1 мкг/м<sup>3</sup> приводит к уменьшению приземного озона в среднем на 1,316 мкг/м<sup>3</sup>; увеличение формальдегидов на 1 мкг/м<sup>3</sup> приводит к уменьшению приземного озона в среднем на 3,036 мкг/м<sup>3</sup>.

Таблица 2

Взаимосвязь концентраций приземного озона с концентрациями: взвешенных веществ, оксида углерода, диоксида азота, формальдегида в атмосфере г. Алматы

№	Уравнение регрессии	Коэффициент корреляции	Индекс детерминации
1	$Y=303,7126-0,03839X_1-0,03981X_2-1,3156X_3-3,036X_4$	-0,224	-0,216
2	$Y=-0,15X_1+199,374$	-0,166	0,028
3	$Y=-6,047X_2+3026,139$	-0,382	0,146
4	$Y=0,1295X_3+87,5483$	-0,407	0,165
5	$Y=0,00289X_4+17,6783$	-0,048	-0,002

*Примечание:* Y – среднемесячные концентрации приземного озона; статистически значимые при  $P < 0,05$  %;  $X_1$  – взвешенные вещества;  $X_2$  – оксид углерода;  $X_3$  – диоксид азота;  $X_4$  – формальдегид.

По максимальному коэффициенту эластичности  $E_1 = 1,103$  делаем вывод, что наибольшее влияние на результат приземного озона оказывают взвешенные вещества. Статистическая значимость уравнения проверена с помощью коэффициента детерминации и критерия Фишера (таблица 3) [1].

Таблица 3

Коэффициенты изменчивости (%) и индексы сезонности концентраций приземного озона и других примесей в атмосферном воздухе г. Алматы

Загрязняющие вещества	Индексы сезонности				Коэффициент изменчивости
	Зима	Весна	Лето	Осень	
Приземный озон	0,782	3,154	5,381	2,683	76,51
Взвешенные вещества	3,417	2,368	2,206	4,009	33,62
Оксид углерода	4,175	2,380	2,017	3,427	44,23
Диоксид азота	2,967	3,099	2,901	3,033	29,08
Формальдегид	2,900	2,957	2,871	3,273	24,12

Максимальный уровень концентрации приземного озона достигается в весенне-летний период, когда приток солнечной радиации максимален, а также условия для вертикального перемешивания благоприятны. Индексы сезонности рассчитаны по средним концентрациям озона для каждого сезона года, и составили зимой – 78,16 %, весной – 315,42 %, летом – 538,14 % и осенью – 268,26 %. Превышенные индексы сезонности свидетельствуют о влиянии сезонного фактора в сторону увеличения уровня озона. Коэффициент сезонной изменчивости по средним концентрациям приземного озона составляет 76,51 % ( $> 20$  %), что говорит о высокой степени сезонной изменчивости. Максимальные уровни остальных загрязняющих веществ были установлены в осенне-зимний период, индекс сезонности варьирует от 289,96 % до 417,48 %.

Таким образом, взаимосвязь между приземным озоном и основными загрязняющими веществами имеет отрицательные связи, что может быть использовано для выявления более глубоких зависимостей.

По индексам сезонности можно судить о том, что за все сезоны года загрязняющие вещества были высоки, так как индексы во все сезоны превышают 100 %. Наиболее характерно увеличение загрязнителей в осенне-зимний период объясняется дополнительной нагрузкой на отопительную систему.

**Обсуждение.** Полученные результаты суточного хода хорошо согласуются с работами [13, 7, 5, 6, 8, 12, 14]. При этом, суточные колебания ПО находятся в пределах  $+ 20$  % от среднего. Можно видеть, что в г. Алматы в январе суточный ход средних величин ПО составляет 100 % от среднего в сторону максимума и 300 % в сторону минимума, в июне – 50 и 30 %, в апреле – 80 и 40 %, в октябре – 90 и 450 %, соответственно. Следовательно, скорость изменения приземных концентраций наименьшая в июле, зимой, а в переходные сезоны она выше.

Город Алматы расположен в предгорьях Заилийского Алатау в зоне горно-долинных ветров [14]. В [7] было показано, что на антарктическом побережье местные ветры существенно искажают суточный ход ПО. Влияние таких ветров и формирует суточный ход.

Выявленные отрицательные связи между приземным озоном и загрязняющими веществами, могут довольно сильно зависеть от местных условий, как это показано в ряде работ [5, 12, 14]. В работе [4] показано,

что влияние загрязняющих веществ на озон очень значительно и, более того, его концентрации могут иметь местное происхождение, что отчасти может подтверждаться полученными нами результатами.

**Заключение.** В ходе работы выявлена отличная закономерность между концентрациями приземного озона и сезоном года, выявлена тесная связь с температурой и выдвинуты предположения о причинах такой связи.

В тоже время, взаимосвязь между приземным озоном и основными загрязняющими веществами не получила твердо установленных закономерностей. Однако, это говорит скорее о необходимости продолжить исследования и расширить круг и методы исследований.

По индексам сезонности, можно судить о том, что за все сезоны года загрязняющие вещества были высокими, так как индексы во все сезоны превышают 100 %. Наиболее характерно увеличение загрязнителей в осенне-зимний период объясняется дополнительной нагрузкой на отопительную систему.

Стоит добавить, что приземный озон относится к первому классу опасности, и по этой причине изучение его колебаний, образования и взаимодействия с другими компонентами среды весьма важно для понимания условий жизни в городских условиях, где в настоящее время проживает больше половины всех людей Земли, и которые могут быть к ним очень уязвимы.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Айвазян С.А., Мхитарян В.С. Прикладная статистика и основы эконометрики. – М.: ЮНИТИ, 1998. – 1000 с.
2. Белан И.Д. Проблема тропосферного озона и некоторые результаты его измерений // Оптика атмосферы и океана. – 1996. – Том 9. – № 9. – С. 118-1213.
3. Глобальное потепление: позиция Международного института холода // Холодильная техника. – 2005. – № 4. – С. 98-120.
4. Голиков Р.А., Суржиков Д.В., Олещенко А.М., Кислицына В.В., Корсакова Т.Г., Мотуз И.Ю. Взаимосвязь между концентрациями озона и концентрациями компонентов промышленных выбросов в атмосферном воздухе / Труды конференции «Гигиена, организация здравоохранения и профпатология, семинар «актуальные вопросы современной профпатологии». – Новокузнецк, 08-09 июня, 2016. – С. 26-31.

5. Демин В.И., Белоглазов М.И., Еланский Н.Ф. Некоторые результаты мониторинга приземного озона на Кольском полуострове (1999-2003 гг.). // Метеорология и гидрология. – 2005. – № 10. – С. 10-20.
6. Жадин Е.А. Долгопериодные вариации озона и циркуляции атмосферы // Метеорология и гидрология. – 1999. – № 2. – С. 68-80.
7. Кондратьев К.Я. Глобальная динамика озона. // Итоги науки и техники. Сер. Геомагнетизм и высокие слои атмосферы. Том 19. – М.: ВИНТИ, 1989. – 212 с.
8. Кондратьев К.Я., Вароцос К.А. Исследование тропосферного озона в Европе // Метеорология и гидрология. – 2000. – № 10. – С. 12-23.
9. Мунайтпасова А.Н. Суточный ход приземного озона в г. Алматы // Вестник КазНУ, Серия географическая. – №2 (39). – 2014. – С. 42- 48.
10. Охрана озонового слоя и глобальной климатической системы / Вопросы, связанные с гидрофторуглеродами и перфторуглеродами/. Доклад МГЭИК и ТЕАП. ВМО, 2005. – 88 с.
11. Перов С.Я., Хргиан Л.Х. Современные проблемы атмосферного озона. – Л.: Гидрометеиздат, 1980. – 287 с.
12. Степанова Е.Ю. Оценка состояния приземного озона в городе на примере г. Алматы // Материалы международной научной конференции ”Экологические и гидрометеорологические проблемы больших городов и промышленных зон” в Российском государственном гидрометеорологическом университете. – Санкт-Петербург: “Крисмас+”, 2006. – С. 58-65.
13. Хргиан А.Х. Физика атмосферного озона. – Л.: Гидрометеиздат, 1973. – 292 с.
14. Чередниченко А.В. Динамика и внутренняя структура месячных величин общего содержания озона над Казахстаном // Гидрометеорология и экология. – №4 (47). – 2007. – С. 23-36.
15. Forster C, Stohl A., Wind P. and Benedictow A. Intercontinental air pollution transport // Transboundary acidification, eutrophication and ground level ozone in Europe / MSC-W status Report №1, Oslo, Norway, 2005. – 49 p.
16. Stordal F., Gsaksen I.S.A., Horntvert K. Adiabatic circulation two-dimensional model with photochemistry simulations of ozone and long lived tracers with surface sources // Journ. Geophys. – Res. №90, 1985. – Pp.757-776.

17. Wild O., Zhu X. and Prather M.G. Fast-J: accurate simulation of in-and below cloud photolysis in tropospheric chemical models / Journ. Of Atmos. Chem. №37, 2000. – Pp. 245-282.

Поступила 06.05.2020

Географ. ғылымдар. докт. А.В. Чередниченко  
Географ. ғылымдар. докт. В.С. Чередниченко  
Географ. ғылымдар. канд. А.Н. Мунайтпасова

#### **АЛМАТЫ ҚАЛАСЫНЫҢ МӘЛІМЕТТЕРІ БОЙЫНША ЖЕР ОЗОНЫНЫҢ ЛАСТАУШЫ ЗАТТАРМЕН БАЙЛАНЫСЫ**

**Түйін сөздер:** жер озоны, корреляция коэффициенттері, ластаушы заттар, жыл мезгілдері, температура, байланыс тығыздығы

*Мақалада жердегі озонмен, жыл мезгілдерімен және де Алматы қаласындағы негізгі ластаушы заттар арасындағы статистикалық байланыстардың тығыздығының ықтималдығы қарастырылған. Корреляция коэффициенттері, детерминация индексі есептелді, бұл маусымдық және температуралық факторла жердегі озонның түзілуіне, яғни қатысты ластаушы заттарға қарағанда күшті әсер ететіндігі көрсетілді.*

A.V. Cherednichenko, V.S. Cherednichenko, A.N. Munaitpasova

#### **RELATIONSHIP OF LOCAL OZONE WITH AIR POLLUTANTS ACCORDING TO ALMATY CITY DATA**

**Key words:** ground-level ozone, correlation coefficients, pollutants, seasons, temperature, tightness of relations

*The article examines the closeness of the probable statistical relationships between ground-level ozone, seasons, and the main pollutants in the city of Almaty. The correlation coefficients and the determination index were calculated; it was shown that the seasonal and temperature factors have a stronger effect on the formation of ground-level ozone than the pollutants present.*

УДК 910.3:581.5

Канд. с.-х. наук

Т.К. Салихов<sup>1</sup>

**ИССЛЕДОВАНИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА  
АКБУЛАКСКОГО И КАРАГАШСКОГО СЕЛЬСКИХ ОКРУГОВ  
ЗАПАДНО-КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ**

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

*В результате исследований был изучен растительный покров Акбулакского и Карагашского сельских округов Западно-Казахстанской 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 от 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.*

Вопрос о дальнейшем совершенствовании системы охраны окружающей среды является актуальным в условиях экономического развития и укрепления использования природных ресурсов. Такие соглашения определяют необходимость дальнейшего развития сети особо охраняемых природных территорий, как эффективной системы сохранения биоразнообразия. Для решения этих задач Правительство Республики Казахстан утвердило «Концепцию развития и размещения особо охраняемых природных территорий Республики Казахстан до 2030 года». Ее цель – сохранить биоразнообразие основных видов животных,

---

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

глобально значимых популяций степей и полупустынь, улучшить сеть взаимосвязанных и охраняемых районов в Казахстане [8].

Эта концепция также направлена на сохранение биологического разнообразия, сохранение всех форм микроорганизмов, флоры и фауны, а также природных экосистем и предотвращение их трансформации в результате экономических и других видов деятельности.

Создание современной картографической основы традиционными наземными методами потребует нескольких десятилетий и огромных финансовых вложений. Решением данной проблемы является интеграция усилий ведомств, так или иначе связанных с производством картографической продукции. Одной из составляющих сокращения сроков создания картографической основы является переход на новые технологии в картографо-геодезическом производстве. Это и переход в геоцентрическую систему координат (на автономные методы спутниковых координатных определений) и создание ГИС с использованием цифровой картографии [6].

Во время экспедиционного обследования исследуемой территории был собран материал для инвентаризации флоры высших растений, в виде предварительных списков по всем обследованным точкам и выделенным контурам предварительной карты, а также гербарного материала для уточнения таксономической принадлежности сложных в определении в полевых условиях групп. В период камеральной обработки проведено определение гербария с помощью опубликованных крупнейших ботанических сводок.

Номенклатура видов, родов и семейств приведена в соответствии с новейшими сводками. В статье для краткости местами использованы только русские названия.

Следует подчеркнуть, что флора высших растений исследуемой территории Чингирлауского района Западно-Казахстанской области целенаправленно не изучалась, поэтому при подготовке к экспедиции и в камеральный период использованы разрозненные данные из различных источников, в основном учтены данные кафедры ботаники ЗКГУ им. М. Утемисова и собственных полевых исследований различных лет.

В результате экспедиционных исследований (маршруты которых охватили исследуемую территорию), проводимых в июле-августе 2017...2019 года, в ходе проведенных полевых флористических исследований нами было отмечено в мае – 67 видов, а в июне – 116 видов. Материалом для исследования и обобщения стали личные гербарные сборы и полевые наблюдения автора. Проанализировав гербарные фонды (была про-

смотрена коллекция гербария Западно-Казахстанского государственного университета им. М. Утемисова) и литературные данные по флоре исследуемой территории, нами было выявлено 537 видов сосудистых растений, относящихся к 66 семействам и 265 родам. Однако это количество, по-видимому, окончательно не исчерпывает всего видового состава флоры.

**Цель исследования** – изучение современного состояния растительного покрова на территориях Акбулакского и Карагашского сельских округов Западно-Казахстанской области.

В комплексе проведены геоботанические, флористические и экосистемные исследования на территории Акбулакского и Карагашского сельских округов Западно-Казахстанской области с использованием общепринятых методик [1...4, 5, 7, 9, 10]. Изучены места обитания ключевых видов растений, оценка воздействия негативных факторов на биологическое разнообразие.

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

Территория растительного покрова Акбулакского и Карагашского сельских округов 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 Куагаш. 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.

От общей флоры Западно-Казахстанской области на исследуемой территории Чингирлауского района Западно-Казахстанской области представлено 42,7 % видов (537), 54,4 % (265) родов и 56,4 % (66) семейств. Наиболее богатыми в видовом отношении являются 3 семейства: сложноцветные, представленные 95 (17,3 %) видами, злаковые – 54 (9,8 %) видами и маревые – 42 видами (7,6 %); всего 191 (35 %) видов (табл. 1).

Таблица 1

Ведущие семейства растений на территории Чингирлауского района  
Западно-Казахстанской области

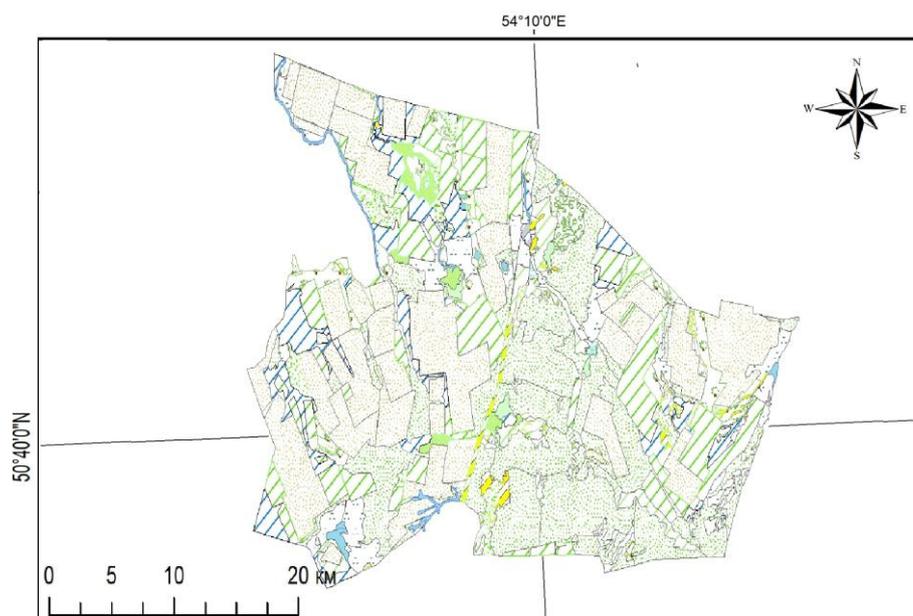
Семейства	Число		Доля, %
	Родов	Видов	
Сложноцветные – <i>Asteraceae</i>	34	95	17,3
Злаки – <i>Poaceae</i>	26	54	9,8
Маревые – <i>Chenopodiaceae</i>	16	42	7,6
Бобовые – <i>Fabaceae</i>	14	31	5,6
Крестоцветные – <i>Brassicaceae</i>	19	30	5,4
Гвоздичные – <i>Caryophyllaceae</i>	7	25	4,5
Розоцветные – <i>Rosaceae</i>	13	23	4,2
Зонтичные – <i>Apiaceae</i>	13	19	3,4
Губоцветные – <i>Lamiaceae</i>	12	18	3,2

Изучение растений проводилось на участках маршрутным методом в сочетании со стационарными исследованиями ключевых участков для наиболее полного выявления флоры. Выбор маршрутов исследований и места заложения ключевых участков проводились с учетом полноты охвата различных типов местности и элементов рельефа, наличия типичного растительного покрова, степени его сохранности с учетом сельскохозяйственной деятельности.

На формирование современной флоры и растительности исследуемой территории оказали влияние многие факторы: относительная молодость территории, ее расчлененность, разнообразие ландшафтов, форм рельефа, состава и глубины залегания грунтовых вод, континентальность климата, особенности почвенного покрова (распространение солончаков), наличие опресненных водоемов, а также деятельность человека.

Чтобы оценить важность области исследований, мы проанализировали не только Красную книгу и редчайшие виды, но и экономическую ценность, и типы ресурсов. Также было оценено присутствие диких родственников культурных растений. Флора области богата полезными растениями. Около 378 видов (70 %) зарегистрированных культур являются экономически ценными и используются для красок, лекарственных, окислительных, технических, пищевых, декоративных и других целей. Некоторые растения обладают несколькими полезными свойствами и могут широко использоваться.

На основе сканированных карт и фотографических планов разработана крупномасштабная геоботаническая карта с использованием ГИС-технологий (рис. 1, 2).



*Рис. 1. Геоботаническая карта-схема Акбулакского сельского округа Западно-Казахстанской области.*

На рис. 1 и 2 приведена геоботаническая карта Акбулакского и Карагашского сельских округов Чингирлауского района Западно-Казахстанской области, которая нами была создана с применением ГИС-технологий на основе сканированных почвенных карт.

Совокупность информации, необходимой для картографирования структур растительного покрова и их количественной оценки, описывается в базах данных ГИС. Интеграция данных реализуется через пространственную и атрибутивную составляющую в виде: результатов топографических и тематических карт. При этом создание атрибутивных баз данных ГИС предполагает оцифровку тематических карт, привязанных в единой картографической проекции (в качестве таковой служила топографическая карта масштаба 1 : 25000). В результате работы сформированы тематические карты и атрибутивные базы данных ГИС.

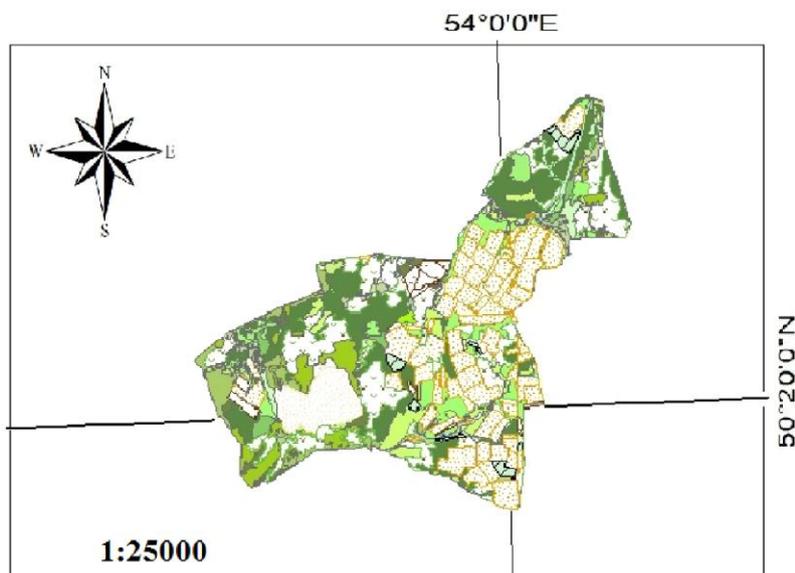


Рис.2. Геоботаническая карта-схема Карагайского сельского округа Западно-Казахстанской области.

**Растительность.** Растительность исследуемой территории представлена злаковыми, полынными, полынно-злаковыми сообществами, произрастающими на открытых плоских равнинах. Эти сообщества формируют пыреи, полыни, тысячелистники, житняки и ковыли, льнянка и вероники. Вблизи озер и рек на каштановых засоленных почвах развиваются сообщества с преобладанием седы, солянок и солеросов, в их составе произрастает также сарсазан шишковатый. По понижениям лиманов, где более высокое увлажнение, встречается лугово-степная растительность с преобладанием лапчаток, шалфея, адониса, а также шиповника и жостера. Типичные водно-болотные сообщества распространены на небольших площадях, приурочены к солоноватым и искусственным водоемам и состоят из тростника, клубнекамыша, вейника. Древесно-кустарниковая растительность встречается по понижениям, в балках. Основу таких сообществ составляет тополь и вяз. В прибрежной полосе озера Жыланды растительность сложена солянками, тростником, зарослями лоха, ивы и другими деревьями и кустарниками.

Среди растений существует группа видов, которые заселяют естественно-нарушенные местообитания: оползни, речные отмели, пожарища и т.д. Это естественные сорные растения. Их значение в природе очень велико, т.к. они являются пионерами в освоении таких мест, готовят почву для восстановления изначальной растительности.

Сорные растения являются давними спутниками человека. В зависимости от условий, созданных человеком, сорные растения делятся на 2 группы. Сорняки одной поселяются на обработанных почвах – это посевные или сеgetальные сорняки. Они наносят большой ущерб сельскому хозяйству. Растения другой группы обитают на необрабатываемых почвах, но подвергающихся иным воздействиям, нарушающим естественный растительный покров (вытаптывание, выпас, загрязнение бытовыми отходами и т.д.). Это – пустырные или рудеральные сорняки, их мы встречаем возле жилья, на свалках, пустырях, у дорог, на железнодорожных насыпях. Многие виды имеют смешанное положение, но есть и узкоспециализированные рудеральные или сеgetальные растения.

На обследованной территории выявлено 48 видов диких родичей культурных растений. Это ценный перспективный генетический материал для выведения новых культурных сортов. По хозяйственному использованию указанные виды разделяются на 4 группы:

1) дикие родичи кормовых растений – 24 вида (*Agrostis gigantea*, *Agropyron pectinatum*, *Agropyron desertorum*, *Agropyron fragile*, *Beckmannia erucifonnis*, *Festuca valesiaca*, *Festuca beckeri*, *Festuca pratensis*, *Leymus ramosus*, *Leymus racemosus*, *Elytrigia elongata*, *Elytrigia repens*, *Bromopsis inermis*, *Poa bulbosa*, *Poa pratensis*, *Poa angustifolia*, *Poa stepposa*, *Psathyrostachys juncea*, *Atriplex cana*, *Camphorosma monspeliaca*, *Kochia prostrate*, *Medicago falcate*, *Melilotus albus*, *Melilotus officinalis*);

2) дикие родичи пищевых растений – 18 видов (*Asparagus officinalis*, *Asparagus polyphyllus*, *Asparagus verticillatus*, *Lathyrus tuberosus*, *Lathyrus pratensis*, *Vicia cracca*, *Cichorium intybus*, *Lactuca serriola*, *Lactuca tatarica*, *Elaeagnus argentea*, *Elaeagnus angustifolia*, *Cerasus fruticosa*, *Amelanchier spicata*, *Prunus spinosa*, *Rosa canina*, *Rosa glabrifolia*, *Rubus caesius*, *Malus silvestris*);

3) дикие родичи технических растений, в частности дубильных (*Rheum tataricum*);

4) дикие родичи декоративных растений – 5 видов (*Tulipa biebersteiniana*, *Tulipa Schrenkii*, *Tulipa patens*, *Tulipa biflora*, *Iris pumila*).

Однако, в настоящее время большая часть растений территории, особенно, эндемичных, не исследована, поэтому дальнейший скрининг флоры необходимо продолжать, и при этом особое внимание должно быть уделено не только количественному содержанию, но и качеству различных веществ и их биологических свойствах.

На основе оценки экологической ситуации предлагается разработать систему мер по улучшению использования пастбищ. Продукция животноводства может быть расширена во всех ландшафтах региона, поскольку она благоприятна для выпаса скота. Рекомендуется регулировать режим пастбищ в пастбищной системе для сохранения биоразнообразия.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

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. – 1958. – Выпуск № 1. – С. 173-219.
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. Методические указания по ведению Летописи природы в особо охраняемых природных территориях со статусом юридического лица. Утверждены Комитетом лесного и охотничьего хозяйства Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан от 18 апреля 2007 года №156.
6. Оспанов А., Дюсенбеков З. Земельные ресурсы и земельная реформа в Республике Казахстан. – Астана: АУЗР, 2001. – 352 с.
7. Петренко А.З. и др. 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 / Т.К. Салихов. – Астана: Идеал-НС, 2020. – 183 с.
10. Чибилев А.А. Приграничные Российско-Казахстанские ландшафтные трансекты как элементы макрорегиональной экологической сети Северной Евразии // Вопросы степеведения – 1999. – С. 13-20.

Поступила 28.10.2020

## **БАТЫС ҚАЗАҚСТАН ОБЛЫСЫ АҚБҰЛАҚ ЖӘНЕ ҚАРАҒАШ АУЫЛДЫҚ ОКРУГІНІҢ ӨСІМДІК ЖАМЫЛҒЫСЫН ЗЕРТТЕУ**

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

*Зерттеу нәтижесінде Батыс Қазақстан облысының Ақбұлақ және Қарағаш ауылдық округінің 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.*

T.K. Salikhov

## **RESEARCH OF THE VEGETABLE COVER OF AKBULAK AND KARAGASH RURAL DISTRICT OF WEST KAZAKHSTAN REGION**

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

*This work is devoted to the problems of environmental protection in Kazakhstan, where the results of a scientific study. As a result of the research, the vegetation cover of the Akbulak and Karagash rural district 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.*

**Голубцов Всеволод Викторович**  
(к 90-летию со дня рождения)



19 сентября 2020 г. исполнилось 90 лет со дня рождения одного из ведущих ученых гидрологов Казахстана и стран СНГ, специалиста в области математического моделирования гидрологических процессов и разработки методов гидрологических расчетов и прогнозов, кандидата географических наук, Всеволода Викторовича Голубцова.

Он прошел длинный путь от начальника партии по изучению водных ресурсов целинных и залежных земель в Северном Казахстане и Алтайском крае до директора Казахского научно-исследовательского гидрометеорологического института (КазНИГМИ). И что важно, в какой должности он бы не находился, его всегда отличало доброжелательное, уважительное отношение к людям, трудолюбие, целеустремленность, любознательность. Всеволод Викторович просто заражал всех своей любовью к науке, работе и исследованиям, щедро делился своим опытом, знаниями и идеями. Под его руководством выросло не одно поколение ученых, которые всегда говорят о Всеволоде Викторовиче с большой теплотой, уважением, и благодарностью.

Более 60 лет научная деятельность В.В. Голубцова связана с Гидрометслужбой Республики Казахстан. Под его руководством выполнен большой комплекс экспериментальных и теоретических исследований, поднявший на качественно новый уровень знания о водных ресурсах республики и их гидрологическом режиме. Им разработаны оригинальные методы моделирования и расчета годового стока равнинных и горных рек, минерализации воды оз. Балхаш, а также урванного режима и водного баланса Аральского и Каспийского морей. В различных отраслях экономики Казахстана нашли широкое применение результаты его исследований, изложенные в научно-прикладных монографиях «Ресурсы поверхностных вод» для районов Северного, Центрального и Юго-восточного Казахстана, которые являются настольными книгами специалистов проектно-изыскательских институтов и планирующих организаций.

Научные заслуги юбиляра, высокая требовательность к себе и другим, его скромность, большая работоспособность, оригинальность мысли, и доброжелательность снискали ему всеобщее, глубокое уважение.

Желаем Всеволоду Викторовичу крепкого здоровья, бодрости духа и неиссякаемого оптимизма!

*Коллектив РГП "Казгидромет",  
Редакция журнала, коллеги, ученики и друзья*

**Терехов Алексей Геннадьевич  
(к 60-летию со дня рождения)**



31 августа 2020 г. исполнилось 60 лет ведущему научному сотруднику управления метеорологических исследований и расчетов Научно-Исследовательского Центра РГП "Казгидромет", кандидату технических наук, Алексею Геннадьевичу Терехову.

Более 25 лет Алексей Геннадьевич работает в области обработки спутниковых данных, с 2008 года является научным экспертом подгруппы валидации продуктов, комитета наблюдений Земли НАСА США (LPV WG CEOS NASA), с 2020 – член GEO DATA Working group. Является автором и соавтором свыше 280 научных публикаций. При его участии выполнен большой комплекс экспериментальных и теоретических исследований, поднявший на новый уровень знания об обработке спутниковых данных. В период 2002...2008 гг. им была разработана система сельскохозяйственного мониторинга зернового производства Казахстана, что стало основой для его диссертационной работы (05.13.18: "Методы анализа и диагностики ДДЗ на примере задачи прогноза урожайности зерновых культур Северного Казахстана"). В настоящий момент, при непосредственном участии Алексея Геннадьевича, выпускается

«Ежедекадный бюллетень мониторинга состояния снежного покрова»; проводятся работы по применению спутниковой информации в области сельского хозяйства, гидрологии, климатологии, ЧС и других направлений. С 2020 года Алексей Геннадьевич является членом Национального Научного Совета по приоритету «Естетственные науки».

Алексея Геннадьевича уважают в коллективе за добрый нрав, общительность, любознательность и целеустремленность!

Алексей Геннадьевич, наш дружный коллектив поздравляет Вас с Юбилеем. Желаем крепкого здоровья Вам и Вашей семье, бодрости, легкости, достатка и благополучия! Пусть работа всегда приносит Вам удовольствие и реализацию всех ваших идей и планов!

*Коллектив РГП "Казгидромет",  
Редакция журнала*

**ОТЛИЧНИК ГИДРОМЕТСЛУЖБЫ КАЗАХСТАНА  
«ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ САЛАСЫНЫҢ ҮЗДІГІ»****Аманкулова Светлана Леонидовна**

*В 2020 г. за достигнутые успехи Аманкулова Светлана Леонидовна награждена почетным знаком «Гидрометеорология саласының үздігі»*

В 1983 году Светлана Леонидовна успешно окончила обучение в Казахском государственном университете им. С.М. Кирова, свою трудовую деятельность она начала еще в студенчестве и с 1980 года она являлась техником-метеорологом, помощником синоптика в отделе долгосрочных прогнозов погоды.

В 1983 году, после окончания географического факультета КазГУ им. С.М. Кирова, она была переведена на должность инженера-синоптика в этом же отделе.

В 1988 году после объединения отделов краткосрочных и долгосрочных прогнозов была переведена на должность инженера-синоптика отдела краткосрочных прогнозов погоды Республиканского Гидрометцентра. Затем, в процессе работы, постепенно повышала свои

навыки и прошла путь от инженера-синоптика без категории до ведущего инженера-синоптика.

В марте 2002 года была назначена начальником отдела научно-методических работ и неблагоприятных метеорологических условий. Она была ответственной за качество работы, составление прогнозов загрязнения воздуха, исследование климатических данных, механизмов развития синоптических процессов, понимание и интерпретацию погоды и изменения климата.

В марте 2004 года Аманкулова Светлана Леонидовна была назначена начальником отдела прогнозов. С 1 января 2005 года – она Главный синоптик Гидрометцентра РГП «Казгидромет».

С 1 июня 2007 года Светлана Леонидовна являлась директором Гидрометцентра РГП «Казгидромет». Она была ответственна за все работы по прогнозированию погоды, загрязнения воздуха в г. Алматы, прогнозированию водности рек и наполнению водохранилищ, по прогнозированию селей и лавин.

С 1 января 2010 года Светлана Леонидовна является начальником отдела метеорологических прогнозов филиала РГП «Казгидромет» по г. Алматы.

Она успешно справляется с возложенными на нее обязанностями, умеет рационально распределять задачи между сотрудниками, постоянно участвует в оперативной работе, в коллективе пользуется уважением, отличается доброжелательностью и отзывчивостью. Светлана Леонидовна обладает большим прогностическим опытом, прекрасно владеет анализом аэросиноптического материала, используемого при составлении краткосрочных прогнозов погоды, а также методикой составления прогнозов погоды на 1...7 суток, и специализированных прогнозов; грамотно проводит анализ спутниковой информации, участвовала в разработке методических пособий для оперативных синоптиков; постоянно повышает свой профессиональный уровень, интересуется достижениями мировой практики составления прогнозов погоды.

Светлана Леонидовна неоднократно поощрялась благодарственными письмами и почетными грамотами за успешное обслуживание народного хозяйства специализированными прогнозами погоды.

Свой богатый опыт производственной деятельности она передает своим ученикам – консультирует студентов, магистрантов и PhD докторантов.

Для многих из нас, Вы являетесь образцом верности своему делу, примером доброжелательного отношения к новичкам. Редко в профессиональной деятельности встречаются «заслуженные боссы» с таким интересом относящиеся к жизни, ко всему новому, и при этом сохраняющие чувство юмора.

Желаем Вам, не терять интереса к жизни, находить все новые и новые ее удивительные грани, радовать окружающих своим отношением к жизни! И самое главное – здоровья и благодарных учеников!

*Коллектив РГП "Казгидромет",  
Редакция журнала, коллеги, ученики и друзья*

**ОТЛИЧНИК ГИДРОМЕТСЛУЖБЫ КАЗАХСТАНА  
«ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ САЛАСЫНЫҢ ҮЗДІГІ»****Лоенко Нонна Михайловна**

*В 2020 г. Лоенко Нонна Михайловна за достигнутые успехи награждена почетным знаком «Гидрометеорология саласының үздігі».*

Началась трудовая деятельность Лоенко Нонны Михайловны в 1993 году, сразу после окончания школы, она была принята на должность ученика техника-метеоролога МС Куйган Алматинской области, и далее работала техником-метеорологом МС Куйган. Проработав год на этой метеостанции, она поступила в КазНУ им. аль-Фараби на кафедру метеорологии. После окончания университета в 1998 г. начала работать в Бюро Погоды РГП "Казгидромет", занималась методическим обеспечением и приборным оснащением наблюдательной сети Алматинской области.

После реорганизации предприятия Нонна Михайловна была переведена инженером 1 категории в отдел методического руководства гидрометеорологической сети Республиканского научно-производственного методического центра (ОМРГМС РНПМЦ), в котором она осуществляла методическое обеспечение и проводила инспекции метеорологической сети.

В 2001 году она переехала в г. Астана и продолжила работу в Центре гидрометеорологического мониторинга г. Астаны, вначале в качестве инженера-метеоролога, а потом начальника отдела метеорологии

центра, руководила метеорологической и агрометеорологической сетью областного филиала.

В период с 2002 по 2004 гг. она заочно обучалась в РГГМУ по специальности инженер-метеоролог.

В период работы в 2005...2006 гг. в областном центре были установлены автоматические станции, и Нонна Михайловна принимала активное участие в разработке АРМ метеоролога "АРМНМС".

В 2009 г. Лоенко Н.М. вновь пришла работать в РГП "Казгидромет". В январе 2010 г. она в качестве ведущего инженера принимала участие в организации нового структурного подразделения, которое впоследствии было выделено в отдельный департамент. Много трудностей и сложных задач встречалось на пути Лоенко Нонны Михайловны, но все они были благополучно решены, благодаря ее работоспособности, целеустремленности и настойчивости. В настоящее время Лоенко Нонна Михайловна работает директором департамента агрометеорологического мониторинга и прогнозирования. Нонна Михайловна всегда старалась совершенствоваться и развиваться в своем профессионализме, она не только специалист с большой буквы, но и просто хороший человек, пользующийся уважением всех коллег. Мы Вам желаем дальнейших творческих успехов, много неиссякаемой энергии, здоровья и благополучия!

*Коллектив РГП "Казгидромет",  
Редакция журнала, коллеги, ученики и друзья*

## Метеостанция имени Кожухметова Пайызхана Жолмендиевича



В сентябре 2020 года решением руководства РГП «Казгидромет» метеорологическая станция в Туркестанской области переименована в честь кандидата технических наук, доцента, лауреата Государственной премии РК Кожухметова Пайызхана Жолмендиевича.

Пайызхан Жолмендиевич посвятил всю свою жизнь любимой метеорологии и Гидрометслужбе Казахстана. Его научный и организаторский потенциал был востребован в разных направлениях. Он был Заместителем Генерального директора РГП «Казгидромет», Начальником Гидрометцентра, Директором Научно-исследовательского центра. За достигнутые успехи Пайызхан Жолмендиевич награжден почетным знаком «Гидрометеорология саласының үздігі».

Пайызхана Жолмендиевича всегда отличала высокая работоспособность и энергичность, умение эффективно руководить большим коллективом. Это был человек, бесконечно преданный гидрометеорологической науке. В списке научных трудов более 50-ти наименований и множество докладов на национальных и международных конференциях. Он является автором большинства климатических карт в Национальном Атласе Республики Казахстан.

Кожаметов Пайызхан Жолмендиевич навсегда останется в памяти коллег, учеников и друзей, а теперь еще и метеостанция будет гордо носить его имя!

**Метеостанции Нур-Султан в 2020 году исполняется 150 лет**



Метеостанция Нур-Султан (Астана) находится по адресу: г. Нур-Султан, ул. Жамбыла, 11.

Метеорологические наблюдения в г. Нур-Султан ведутся с 1870 года.

Впервые в Акмолинске заносить данные о погоде добровольно начал штабс-капитан Константин Лазарев, который и стал инициатором открытия в 1870 году первой примитивной метеостанции в Северном Казахстане. После окончания в 1861 году Сибирского (Омского) кадетского корпуса прапорщик К.А. Лазарев по распределению был направлен служить в расквартированный в Акмолинске 2-й Западно-Сибирский линейный батальон, где и увлекся метеорологией.

Метеостанция находилась в южной части города, в 100 метрах от правого берега реки Есиль.

Здание метеорологической станции построено по поручению Николаевской главной физической обсерватории в 1914 году для ведения гидрометеоконтроля. Спустя 106 лет здесь ничего не изменилось: ни внешний вид, ни функциональное назначение.

Название станции менялось несколько раз: с ноября 1870 г. до апреля 1961 г метеостанция называлась Акмолинск, с апреля 1961 г. до августа 1992г – Целиноград, с августа 1992 г по июнь 1998 г – Акмола, с июня 1998 г – Астана, а с октября 2020 г. – Нур-Султан.

Здание метеостанции является памятником архитектуры начала XX века, которое находится под государственной защитой и входит в список памятников истории и культуры местного значения, согласно приказу *«О внесении изменений в постановление акимата города Астаны от 3 июня 2010 года № 27-492п «Об утверждении Государственного списка памятников истории и культуры местного значения города Астаны»*

По стандартам ВМО (Всемирная метеорологическая организация) метеостанция является типичной городской станцией. Вся информация, полученная с метеостанции публикуется в метеорологических ежемесячниках, климатических справочниках и журналах. Станция является базой практики и стажировки студентов.

По действующей классификации станция относится ко II разряду. Осадкомер Третьякова установлен в 1953 г., Флюгер с тяжелой доской – в 1937 г., Флюгер с легкой доской – в 1958 г., Анемборумбометр М-63 – в 1961 г.

МС Нур-Султан проводит наблюдение за следующими параметрами:

- температура и влажность воздуха;
- атмосферное давление;
- направление и скорость ветра;
- температура почвы на поверхности и на глубинах (20,40,80,160 см);
- количество осадков (03 и 15 СГВ – Среднее гринвичское время)
- высота и вид облачности;
- метеорологическая дальность видимости;
- явления погоды;
- гололедно-изморозевые отложения;
- наблюдение за снежным покровом;
- СГЯ (Стихийные гидрометеорологические явления),
- ОЯ (Опасные явления).

В 2011 году была установлена Автоматическая станция MAWS – 301 с датчиками:

Датчик температуры и относительной влажности HMP155;

Измерение высоты и толщины облаков по слоям (CL31);

Датчик солнечного сияния (Mouel217078);

Пиранометр (CMP6);

Датчик атмосферного давления PMT 16A;

Датчик скорости ветра WAA 151;

Датчик направления ветра WAV151;

Датчик осадков RG13 (без подогрева).

С 2013 года станция переведена на полуавтоматические наблюдения (температура и влажность воздуха, атмосферное давление, направление и скорость ветра, измерение высоты облаков).