

ISSN 2957-9856 (Online)
ISSN 2957-8280 (Print)

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІНІҢ ҒЫЛЫМ КОМИТЕТІ
«ГЕОГРАФИЯ ЖӘНЕ СУ ҚАУІПСІЗДІГІ ИНСТИТУТЫ» АҚ

КОМИТЕТ НАУКИ
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
АО «ИНСТИТУТ ГЕОГРАФИИ
И ВОДНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ»

SCIENCE COMMITTEE
OF THE MINISTRY OF SCIENCE AND
HIGHER EDUCATION
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
JSC « INSTITUTE OF GEOGRAPHY
AND WATER SECURITY»

**ГЕОГРАФИЯ ЖӘНЕ
СУ РЕСУРСТАРЫ**
◆
**ГЕОГРАФИЯ
И ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ**
◆
**GEOGRAPHY
AND WATER RESOURCES**

2

**СӘУІР – МАУСЫМ 2023 ж.
АПРЕЛЬ – ИЮНЬ 2023 г.
APRIL – JUNE 2023**

**ЖУРНАЛ 2007 ЖЫЛДАН ШЫҒА БАСТАҒАН
ЖУРНАЛ ИЗДАЕТСЯ С 2007 ГОДА
THE JOURNAL WAS FOUNDED IN 2007**

**ЖЫЛЫНА 4 РЕТ ШЫҒАДЫ
ВЫХОДИТ 4 РАЗА В ГОД
PUBLISHED 4 TIMES A YEAR**

АЛМАТЫ

АЛМАТЫ

ALMATY

Бас редакторы
география ғылымының докторы, ҚР ҰҒА академигі **А. Р. Медеу**

Бас редактордың орынбасары:
география ғылымының кандидаты **С. К. Алимкулов**, география ғылымының докторы **И. Б. Скоринцева**,
география ғылымының докторы **С. А. Тарихазер** (Әзірбайжан)

Редакция алқасы:
ҚР ҰҒА академигі, география ғылымының докторы **И. В. Северский**; докторы, климатологияның қауымдастырылған профессоры **М. Шахгеданова** (Ұлыбритания); Еуропа мен Азиядағы Халықаралық ғылым академиясының академигі (IASEA), техника ғылымдарының докторы, профессоры **Цуи Вэйхун** (Қытай Халық Республикасы); география ғылымының докторы **О. Б. Мазбаев**; география ғылымының докторы **Ф. Ж. Акиянова**; география ғылымының докторы **Б. А. Красноярова** (Ресей); география ғылымының докторы **Д. Т. Чонтоев** (Қырғызстан); география ғылымының докторы **Н. А. Амиргалиев**; геология-минералогия ғылымдарының докторы **М. Қ. Абсаметов**; география ғылымының кандидаты **А. Л. Кокарев**; PhD докторы **А. С. Мадібеков**; геология-минералогия ғылымдарының кандидаты **Е. Ж. Муртазин**

Главный редактор
академик НАН РК, доктор географических наук **А. Р. Медеу**

Заместители главного редактора:
кандидат географических наук **С. К. Алимкулов**, доктор географических наук **И. Б. Скоринцева**,
доктор географических наук **С. А. Тарихазер** (Азербайджан)

Редакционная коллегия:
академик НАН РК, доктор географических наук **И. В. Северский**; доктор, ассоциированный профессор климатологии **М. Шахгеданова** (Великобритания); академик Международной академии наук Европы и Азии (IASEA), доктор технических наук, профессор **Цуи Вэйхун** (Китайская Народная Республика); доктор географических наук **О. Б. Мазбаев**; доктор географических наук **Ф. Ж. Акиянова**; доктор географических наук **Б. А. Красноярова** (Россия); доктор географических наук **Д. Т. Чонтоев** (Кыргызстан); доктор географических наук **Н. А. Амиргалиев**; доктор геолого-минералогических наук **М. К. Абсаметов**; кандидат географических наук **А. Л. Кокарев**; доктор PhD **А. С. Мадібеков**; кандидат геолого-минералогических наук **Е. Ж. Муртазин**

Editor-in-Chief
Academician of the NAS of the RK, Doctor of Geographical Sciences **A. R. Medeu**

Deputy Editor-in-chief:
Candidate of Geographical Sciences **S. K. Alimkulov**, Doctor of Geographical Sciences **I. B. Skorintseva**,
Doctor of Geographical Sciences **S. A. Tarikhazer** (Azerbaijan)

Editorial Board:
Academician of the NAS of the RK, Doctor of Geographical Sciences **I. V. Severskiy**; Dr., Associate Professor in Climate Science **M. Shahgedanova** (UK); Academician of the International Academy of Sciences for Europe and Asia (IASEA), Doctor of Technical Sciences, Full professor **Cui Weihong** (People's Republic of China); Doctor of Geographical Sciences **O. B. Mazbayev**; Doctor of Geographical Sciences **F. Zh. Akiyanova**; Doctor of Geographical Sciences **B. A. Krasnoyarova** (Russia); Doctor of Geographical Sciences **D. T. Chontoev** (Kyrgyzstan); Doctor of Geographical Sciences **N. A. Amirgaliyev**; Doctor of Geological and Mineralogical Sciences **M. K. Absametov**; Candidate of Geographical Sciences **A. L. Kokarev**; Doctor PhD **A. S. Madibekov**; Candidate of Geological and Mineralogical Sciences **Ye. Zh. Murtazin**

География и водные ресурсы
ISSN 2957-9856 (Online), ISSN 2957-8280 (Print)

Собственник АО «Институт географии и водной безопасности»

Подписной индекс для юридических лиц: 24155

Свидетельство о регистрации издания № 8243-Ж от 5 апреля 2007 г. и перерегистрации № KZ48VPY00036995 от 23 июня 2021 г. выдано Комитетом информации Министерства информации и общественного развития Республики Казахстан

Адрес редакции: 050010, г. Алматы, ул. Пушкина, 99.
Тел.: +7(727)291-81-29, факс: +7(727)291-81-02

E-mail: journal.ingeo@gmail.com
Сайт: <http://www.ojs.ingeo.kz>

<https://doi.org/10.55764/2957-9856/2023-2-3-15.7>

МРНТИ 38.61.31

М. К. Абсаметов¹, А. Ж. Жакибаева², Е. Ж. Муртазин³,
Ю. Н. Ливинский⁴, А. М. Джабасов⁵

¹ Д. г.-м. н., профессор, академик НАН РК, директор
(ТОО «Институт гидрогеологии и геоэкологии им. У. М. Ахмедсафина», Алматы, Казахстан)

² МНС лаборатории ресурсов подземных вод
(ТОО «Институт гидрогеологии и геоэкологии им. У. М. Ахмедсафина», Алматы, Казахстан)

³ К. г.-м. н., заместитель директора по науке
(ТОО «Институт гидрогеологии и геоэкологии им. У. М. Ахмедсафина», Алматы, Казахстан)

⁴ К. г.-м. н., ВНС лаборатории ресурсов подземных вод
(ТОО «Институт гидрогеологии и геоэкологии им. У. М. Ахмедсафина», Алматы, Казахстан)

⁵ К. г.-м. н., заведующий лабораторией ресурсов подземных вод
(ТОО «Институт гидрогеологии и геоэкологии им. У. М. Ахмедсафина», Алматы, Казахстан)

ОЦЕНКА ОБЕСПЕЧЕННОСТИ, СОСТОЯНИЯ И ПЕРСПЕКТИВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЕСУРСОВ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ДЛЯ ПИТЬЕВОГО ВОДООБЕСПЕЧЕНИЯ ЗАПАДНО-КАЗАХСТАНСКОГО РЕГИОНА

Аннотация. Сегодняшняя глобальная стратегия по повышению надежности систем хозяйственно-питьевого водоснабжения определяется нацеленностью на максимальное использование подземных вод для обеспечения населения питьевой водой. В большинстве случаев информация о наличии, объеме и качестве подземных вод играет решающую роль при принятии решений об эффективности освоения определенной территории, а также об улучшении и расширении физической среды и объектов, необходимых для поддержания экономической деятельности и обеспечения жизненных потребностей людей данного региона. Поэтому решающим фактором в изучении гидрогеологических условий региона являются знания о распространении подземных вод, величине их ресурсов, качестве и особенностях их формирования.

Выполнена оценка ресурсного потенциала подземных вод Западного Казахстана для обеспечения устойчивого питьевого водоснабжения населения. При оценке характеристик пресных подземных вод применены гидрогеологические, гидрогеохимические, геоинформационно-аналитические, статистические и лабораторные методы исследований (в том числе хроматографический, спектрофотометрический, атомно-абсорбционный и др.). Оценка ресурсного потенциала пресных подземных вод и перспектив их использования для водоснабжения городов и населенных пунктов позволит выявить высоко-, средне- и малообеспеченные подземными водами территории, а это, в свою очередь, даст возможность найти новые источники для покрытия нужд хозяйственно-питьевого водоснабжения, что будет способствовать устойчивому социально-экономическому развитию Западного Казахстана.

Ключевые слова: водообеспеченность территории, Западный Казахстан, питьевое водоснабжение населения, пресные подземные воды, ресурсный потенциал.

Введение. Устойчивое развитие экономики и социально-политическое устройство государства в значительной степени зависят от наличия и качества водных ресурсов, включая подземные воды, которые в Республике Казахстан имеют стратегическое значение. Подземные воды являются ценным природным ресурсом и используются для различных целей. Как и

другие полезные ископаемые, подземные воды образуют месторождения с определенными эксплуатационными запасами в различных типах горных пород в верхней части земной коры. Однако в Казахстане гидрогеологические условия приводят к неравномерному распределению питьевых подземных вод, что влияет на доступность водных ресурсов хорошего качества в отдельных регионах страны.

Использование пресных подземных вод для водоснабжения имеет ряд преимуществ, особенно в условиях ухудшения качества поверхностных вод. Эти преимущества включают большую устойчивость к климатическим факторам, лучшую защищенность от загрязнений, относительную стабильность качества и доступности в течение времени, а также возможность снижения затрат на воду за счет размещения водозаборов ближе к потребителям. Во многих случаях подземные воды являются не только альтернативным, но и единственно возможным источником водоснабжения для городского и сельского населения, а также для промышленности и сельского хозяйства.

Пренебрежение факторами наличия водных ресурсов в отдельных регионах приводит к нерациональным затратам при обеспечении водой населения и промышленности. Поэтому ключевую роль в изучении гидрогеологических условий региона играют знания о распространении подземных вод, величине их ресурсов, качестве и особенностях формирования.

Важнейшим показателем устойчивого развития экономики, социально безопасного проживания населения и ведения хозяйства страны является обеспеченность страны водными ресурсами различного целевого назначения, в данном случае ресурсами подземных вод.

Таким образом, оценка ресурсного потенциала подземных вод (прогнозных ресурсов и эксплуатационных запасов) и перспектив их использования для водоснабжения населенных пунктов, орошения и обводнения является одной из актуальнейших проблем устойчивого развития экономики и социально-политического устройства государства [1].

Оценка степени обеспеченности прогножными ресурсами и эксплуатационными запасами подземных вод позволит выявить высоко-, средне- и малообеспеченные подземными водами регионы, а это, в свою очередь, даст возможность найти новые источники для покрытия нужд хозяйственно-питьевого и производственно-технического водоснабжения, будет способствовать устойчивому развитию того или иного региона Казахстана.

Западный Казахстан представляет собой экономико-географический регион, находящийся в Восточной Европе и Центральной Азии. В его состав входят четыре области: Атырауская, Западно-Казахстанская, Актюбинская и Мангыстауская. Регион на севере граничит с Россией, а на юге – с Узбекистаном и Туркменистаном, на западе омывается Каспийским морем (рисунок 1, таблица 1). Общая площадь региона – 736,24 тыс. км² (27,0% от площади Казахстана). Население Западного Казахстана составляло на 2021 г. 2 932,33 тыс. чел., или 15,5% от населения страны, в том числе: городское население – 1634,74 тыс. чел. (55,7%), сельское – 1297,59 тыс. чел. (44,3%). Плотность населения региона оценивается в 4,0 чел/км² (самая низкая по республике).

Таблица 1 – Демографические показатели Западного Казахстана [1]

№ п/п	Область	Областной центр	Площадь, тыс. км ²	Население, тыс. чел. (на 2021 г.)		
				Всего	Городское	Сельское
1	Актюбинская	Актобе	300,63	894,33	640,96	253,37
2	Атырауская	Атырау	118,63	657,11	357,79	299,32
3	Западно-Казахстанская	Уральск	151,34	661,32	348,28	313,04
4	Мангыстауская	Актау	165,64	719,57	287,71	431,86
Всего по региону			736,24	2932,33	1634,74	1297,59
Всего по Республике Казахстан			2724,9	18879,55	11151,38	7728,18

Западный Казахстан обладает уникальной минерально-сырьевой базой, включающей углеводородное сырьё (нефть, газ и газовый конденсат), рудные запасы хрома, никеля, титана, фосфоритов, цинка, меди, алюминия и угля.

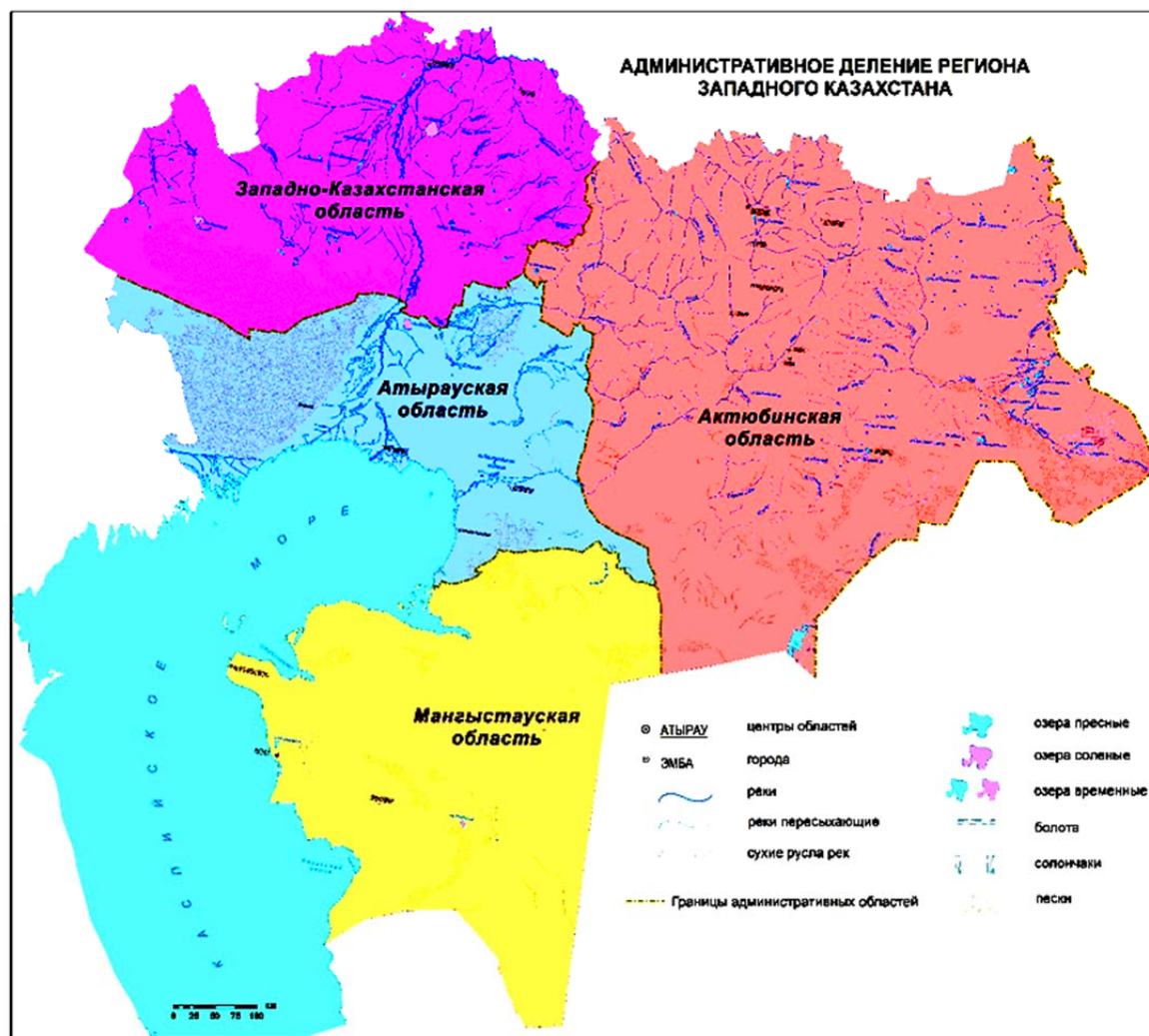


Рисунок 1 – Административное деление Западного Казахстана

В географическом отношении регион расположен от восточной окраины дельты Волги на западе до Туранской низменности на юго-востоке, от южных отрогов Урала и Общего Сырта на севере до плато Устирт и Туркменских пустынь на юге.

Территория Западного Казахстана в целом отличается незначительными ресурсами поверхностных вод, которые формируются за счет стока рек Жайык, Илека, Уила, Жема, Сагиза и других. Располагаемые к использованию ресурсы поверхностных вод региона в средний по водности год составляют $2,25 \text{ км}^3/\text{год}$ ($0,77 \text{ тыс. м}^3/\text{год}$, или $2,1 \text{ м}^3/\text{сут}$ на 1 человека), в маловодный – $0,42 \text{ км}^3/\text{год}$ ($0,14 \text{ тыс. м}^3/\text{год}$, или $0,39 \text{ м}^3/\text{сут}$ на 1 человека) [2].

В условиях бедности ресурсов поверхностных вод хозяйственно-питьевое и техническое водоснабжение населения и экономики Западного Казахстана осуществляется за счет подземных вод. Структурно-геологическое строение Прикаспийской впадины, занимающей большую часть территории Западного Казахстана, и прилегающих к ней структур, осложнённых многочисленными тектоническими нарушениями с проявлением соляно-купольной тектоники, геоморфологические и климатические условия определили в целом разнообразные условия питания, движения и разгрузки подземных вод. Территория характеризуется крайне неравномерным распределением подземных водных ресурсов, основная часть которых сосредоточена в северных и северо-восточных частях.

Целью данного исследования является оценка обеспеченности, состояния и перспектив использования ресурсов пресных и слабосоленых подземных вод для питьевого водообеспечения административных областей и урбанизированных зон Западного Казахстана.

Материалы и методы исследований. Методы исследований основаны на использовании современных научно-прикладных методологий аридной гидрогеологии и геоинформационно-аналитических технологий сбора и обработки информации. Оценка современного состояния дана на материалах полевых экспедиционных исследований с проведением замеров уровня, температуры и производительности водопунктов с отбором проб воды на лабораторные исследования. Выявление, оценка динамики и тенденций изменений количественных и качественных показателей пресных подземных вод под влиянием природно-климатических изменений и антропогенных нагрузок, а также разработка сценариев и рекомендаций по освоению ресурсов пресных подземных вод и разведанных месторождений осуществлены путем выборки первичных и обработанных данных гидрометеорологического и гидрогеологического мониторинга, государственной статистики. При оценке качественных характеристик пресных подземных вод применены аналитические, статистические и лабораторные гидрогеологические и гидрохимические методы исследований, в том числе хроматографический, спектрофотометрический, атомно-абсорбционный и пр. Достоверность результатов подтверждается ежегодно прохождением межлабораторных сличительных исследований у сертифицированного провайдера.

Текущая и перспективная потребность городского и сельского населения административных областей Западного Казахстана в качественной питьевой воде определена на основании материалов водохозяйственных организаций и областных акиматов, статистических государственных данных.

Расчеты проведены на основе норм удельного среднесуточного (за год) водопотребления на одного жителя в населённых пунктах (л/сут): в городах – 150-360, в сельских населённых пунктах – 80-150. Нормы водопотребления определены с учетом постановлений акиматов административных областей Западного Казахстана «Об утверждении норм потребления коммунальных услуг по электроснабжению, водоснабжению, водоотведению и теплоснабжению для потребителей, не имеющих приборов учета ...».

Текущая потребность в питьевой воде городского и сельского населения Западного Казахстана рассчитана по данным таблицы 2. Расчет перспективной потребности в питьевой воде – прогноз водопотребления на 2050 г. осуществлен на основе тенденции повышения общего водопотребления в связи с ростом численности населения и улучшением состояния водохозяйственной инфраструктуры, а также с учетом перспективных планов развития отраслей экономики в разрезе административных областей [3, 4].

Суммарная текущая потребность в питьевой воде для Западного Казахстана составляет, млн м³/год: максимальная – 258,8 и минимальная – 127,4. Доля потребности в питьевой воде административных областей региона оценивается следующим образом: Актюбинская – 34%, Атырауская, Западно-Казахстанская и Мангыстауская – по 22%. Результаты расчета водопотребностей сведены в таблице 2.

Таблица 2 – Текущая и перспективная потребность в питьевой воде областей Западного Казахстана, млн м³/год

№ п/п	Область	Всего		Городское население		Сельское население	
		макс.	мин.	макс.	мин.	макс.	мин.
Текущая потребность							
1	Актюбинская	98,1	42,5	84,22	35,1	13,9	7,4
2	Атырауская	63,4	28,3	47,01	19,6	16,4	8,7
3	Западно-Казахстанская	62,9	28,2	45,76	19,1	17,1	9,1
4	Мангыстауская	61,4	28,4	37,81	15,8	23,6	12,6
Всего по региону		285,8	127,4	214,8	89,5	71,0	37,9
Перспективная потребность на 2040 г.							
1	Актюбинская	106,5	46,1	91,61	38,2	14,8	7,9
2	Атырауская	103,8	45,9	81,24	33,8	22,6	12,0
3	Западно-Казахстанская	68,1	30,4	50,77	21,2	17,3	9,2
4	Мангыстауская	158,4	70,7	118,14	49,2	40,3	21,5
Всего по региону		436,8	193,1	341,8	142,4	95,0	50,7

Перспективная (прогноз на 2050 г.) потребность в питьевой воде для региона Западного Казахстана возрастет более чем в 1,5 раза и составит, млн м³/год: максимальная – 436,8 и минимальная – 193,1. Доля потребности в питьевой воде административных областей региона оценивается следующим образом: Актюбинская и Атырауская – по 24%, Западно-Казахстанская – 16% и Мангыстауская – 36%.

Для оценки ресурсного потенциала подземных вод (прогнозных ресурсов и эксплуатационных запасов) и перспектив их использования для водоснабжения населенных пунктов, орошения и обводнения разработана геоинформационно-аналитическая система пресных подземных вод, которая содержит следующие основные информационные блоки: общая информация о гидрогеологическом объекте и окружающей природной среде; данные мониторинга подземных вод; ресурсы и запасы пресных подземных вод; месторождения подземных вод; техногенные объекты; загрязнение подземных вод; защищенность подземных вод; обеспеченность ресурсами пресных подземных вод.

Следует отметить, что структура системы не является жесткой и может быть дополнена или изменена в процессе решения практических гидрогеологических задач. Все сведения размещены в базах графических и семантических данных и базе документов. Общая информация о гидрогеологическом объекте и окружающей среде представлена материалами, лежащими в основе любых гидрогеологических исследований, такими, как гидрогеологические карты и разрезы; данные о литологическом строении водоносных горизонтов и комплексов; карты гидроизогипс и гидроизопьез; данные о минерализации и химическом составе подземных вод; гидрографические, метеорологические и топографические данные и др. [5-10].

Ресурсный потенциал пресных подземных вод определяется на основе прогнозных ресурсов и эксплуатационных запасов подземных вод [2, 6]. Прогнозные ресурсы подземных вод представляют собой возможный суммарный объем водоотбора на заданной территории (например, административной области) при учете гидрогеологических, природоохранных и других ограничений. Эти ресурсы оцениваются с использованием модуля прогнозных ресурсов или с учетом проектируемой и/или условной схемы размещения водозаборных сооружений. Особенно важно применение гидродинамического метода, включая моделирование, для оценки прогнозных эксплуатационных ресурсов.

Эксплуатационные запасы подземных вод приурочены к конкретным разведанным участкам недр (месторождениям), для которых оценен проектный водоотбор при определенной схеме водозабора и заданном сроке эксплуатации. Разведанные эксплуатационные запасы подземных вод по отношению к величине прогнозных ресурсов территории определяются как степень ее разведанности [2].

Обеспеченность определенной территории пресными подземными водами устанавливается как степень удовлетворения текущих и перспективных потребностей населения в питьевой воде за счет прогнозных и эксплуатационных запасов подземных вод. В качестве критерия оценки степени водообеспеченности конкретной территории использовано отношение потребности в пресной воде к величине прогнозных ресурсов или эксплуатационных запасов подземных вод:

$$K = \frac{Q_{\text{зап}}}{Q_{\text{потр}}}, \quad K = \frac{Q_{\text{рес}}}{Q_{\text{потр}}},$$

где K – коэффициент обеспеченности подземными водами хозяйственно-питьевого назначения; $Q_{\text{зап}}$ ($Q_{\text{рес}}$) – соответственно величины эксплуатационных запасов или прогнозных ресурсов подземных вод, млн м³/год; $Q_{\text{потр}}$ – потребность региона (области) в воде хозяйственно-питьевого назначения, млн м³/год.

Результаты и их обсуждение. Как показали гидрогеологические исследования, на большей части Западного Казахстана формирование ресурсов пресных подземных вод происходит преимущественно за счет инфильтрации атмосферных осадков, на участках выхода или неглубокого залегания водовмещающих пород различного возраста и генезиса, а также за счет фильтрации поверхностных вод в долинах рек [2, 5].

Урало-Мугоджарская горно-складчатая область, Актюбинское Приуралье, Каратауская, Восточно-Мангышлакская и Бекебашкудукская мегантиклиналы, открытые соляные купола Урало-Эмбинского плато являются основными областями питания подземных вод от допалеозойских

скальных пород до мезозой-кайнозойских осадочных отложений не только на площадях их выхода на поверхность, где формируются безнапорные воды, но и в зонах их погружения с поэтажно залегающими пластами напорных вод.

Питание и формирование ресурсов подземных вод за счет инфильтрации атмосферных осадков и фильтрации паводковых вод в долинах рек и временных водотоков меловых отложений происходят на площадях их выходов на поверхность или неглубокого залегания на территории Урало-Эмбинского плато, Западного Примугоджарья, южного и юго-западного обрамления Мугоджар, Горного Мангыстау и Общего Сырта. По мере погружения меловых отложений подземные воды приобретают напор.

На остальной территории Западного Казахстана на дневной поверхности обнажаются в основном образования палеогена и неогена (Северное Приаралье и западный борт Торгайской впадины), верхнего миоцена и плиоцена (Южный Мангыстау и Устирт), четвертичного возраста (Прикаспийская впадина, Бозаши, отдельные участки Южного Мангыстау, Северного Устирта и Арало-Торгайского региона). Здесь формируются безнапорные подземные воды верхнепалеоген-четвертичных отложений.

В Прикаспийской впадине наиболее благоприятные условия питания и формирования ресурсов пресных и слабо солоноватых безнапорных вод отмечаются на площадях развития эоловых образований песчаных массивов на междуречье Волги и Жайыка, на левобережной части Жайыка, в Прикаспийских Каракумах и южной части Жайык-Жемского плато.

В долинах рек Жайыка, Жема, Илека, Уила, Сагиза и др. отмечаются благоприятные условия для формирования подземных вод не только за счет атмосферных осадков, но и за счет фильтрации речных вод, особенно в паводок.

Мангыстау-Устиртский район занимает наиболее пустынную часть Западного Казахстана. Единственным источником питания подземных вод являются атмосферные осадки. Наиболее благоприятные условия наблюдаются в горах Каратау. Благоприятные условия для формирования пресных подземных вод отмечаются также в массивах эоловых песков Южного Мангыстау (Саускан, Бостанкум, Баскудук, Тюесу и др.), Бозаши (Кызылкумы, Дженишке и др.) и Северного Устирта (Сам и Матайкумы).

Некоторая часть атмосферных осадков расходуется на питание грунтовых вод пористых сарматских кавернозных известняков и известковых песчаников неогена, слагающих структурно-денудационные плато Устирт и Мангыстау. Наиболее интенсивное питание этих вод происходит на закарстованных участках в понижениях рельефа.

Урало-Мугоджарский район со всхолмленным, сильно расчлененным рельефом имеет в Западном Казахстане наилучшие условия питания и восполнения ресурсов пресных и слабосолоноватых подземных вод. Интенсивное питание отмечено на площади распространения осадочно-вулканогенных и интрузивных пород среднего палеозоя, слагающих пониженные участки мелкосопочника и низкогорья. Относительно повышенная величина инфильтрационного питания подземных вод наблюдается в пределах развития сильно трещиноватых песчаников и конгломератов верхнего палеозоя в краевых частях карбоновых мульд и Актобинского периклинального прогиба. Наименее благоприятные условия для питания отмечаются на участках развития юрских отложений, которые слабо обнажены и перекрыты с поверхности глинистыми образованиями.

Питание напорных вод различных горизонтов и комплексов также происходит за счет инфильтрации атмосферных осадков на площадях их выхода на поверхность, подтока вод из нижележащих горизонтов и фильтрации речных вод, стекающих с гор или дренирующих рыхлые отложения.

Таким образом, на всей территории Западного Казахстана основным источником пополнения ресурсов пресных и слабосолоноватых подземных вод практически всех водоносных горизонтов и комплексов являются атмосферные осадки и в меньшей степени речные воды. В нарастающих условиях дефицита поверхностных вод повышается исключительная роль подземных вод в решении проблем хозяйственно-питьевого водоснабжения населения Западного Казахстана.

Суммарная величина прогнозных ресурсов пресных и слабосолоноватых подземных вод Западного Казахстана оценена в 5260,7 млн м³/год, в том числе пресных вод с минерализацией до 1,0 г/л – 2620,3 млн м³/год, с минерализацией 1,0-3,0 г/л – 2640,4 млн м³/год (таблица 3), что

Таблица 3 – Распределение прогнозных ресурсов подземных вод Западного Казахстана

Регион, административная область	Прогнозные ресурсы пресных и слабосоленых подземных вод, млн м ³ /год		
	Всего	В том числе с минерализацией, г/л	
		до 1,0	1-3
Западный Казахстан	5260,7	2620,3	2640,4
Актюбинская	3438,2	1983,7	1454,5
Атырауская	664,7	42,4	622,3
Западно-Казахстанская	958,2	500,8	457,4
Мангыстауская	199,7	93,4	106,2

составляет 9,3% от общереспубликанских прогнозных ресурсов, в том числе для пресных вод – 6,5%.

Расчетные значения прогнозных ресурсов подземных вод с минерализацией до 3,0 г/л по территории Западного Казахстана распределяются весьма неравномерно, наибольшее их количество приурочено к северо-восточной части региона, а среди административных единиц – к Актюбинской области (см. таблицу 3).

Карта прогнозных ресурсов построена с использованием полигонов со связанными значениями модулей ресурсов и преобладающей минерализацией подземных вод основных водоносных горизонтов и комплексов [49-51]. Автоматически выводятся обобщающие сведения по административным областям о величинах прогнозных ресурсов подземных вод питьевого качества и модулей прогнозных ресурсов (рисунок 2).

Всего на территории Западного Казахстана разведано 836 месторождений подземных вод с эксплуатационными запасами 568,7 млн м³/год при степени разведанности 21,7% для пресных вод и 10,8% для пресных и слабосоленых вод с минерализацией до 3,0 г/л (таблица 4).

Таблица 4 – Распределение эксплуатационных запасов подземных вод Западного Казахстана

Регион, административная область	Количество месторождений	Запасы, млн м ³ /год	Степень разведанности, %	
			пресных вод	пресных и слабосоленых вод
Западный Казахстан	836	568,7	21,7	10,8
Актюбинская	383	392,3	19,8	11,4
Атырауская	77	13,7	32,4	2,1
Западно-Казахстанская	311	109,6	21,9	11,4
Мангыстауская	65	53,1	56,8	26,6

Разведанные запасы подземных вод также распределены неравномерно (рисунок 3). Наибольшая величина запасов подземных вод с минерализацией до 1 г/л (69%) сосредоточена в Актюбинской области (45,8% разведанных месторождений). Наименьшие значения характерны для Мангыстауской и Атырауской областей – соответственно 9,3 и 2,4% по запасам воды; 7,8 и 9,2% по количеству разведанных месторождений подземных вод.

На основе соотношения величин эксплуатационных и прогнозных ресурсов оценивается ресурсный потенциал пресных подземных вод и перспективы освоения подземных вод для конкретных территорий. Наибольшая разведанность пресных вод отмечается для Мангыстауской и Атырауской областей – соответственно 56,8 и 32,4%. Разведанность прогнозных ресурсов пресных вод Актюбинской и Западно-Казахстанской областей составляет соответственно 19,8 и 21,9%.

В информационно-аналитической системе пресных подземных вод Западного Казахстана информационный блок месторождений подземных вод включает базы графических и семантических данных. В базе графических данных создан shape, содержащий представленные точечными объектами месторождения подземных вод. С каждым объектом связан кадастровый номер. В базу семантических данных введены табличные сведения – административная область, наименование, данные о местоположении, генетический тип, геологический индекс, целевое на-

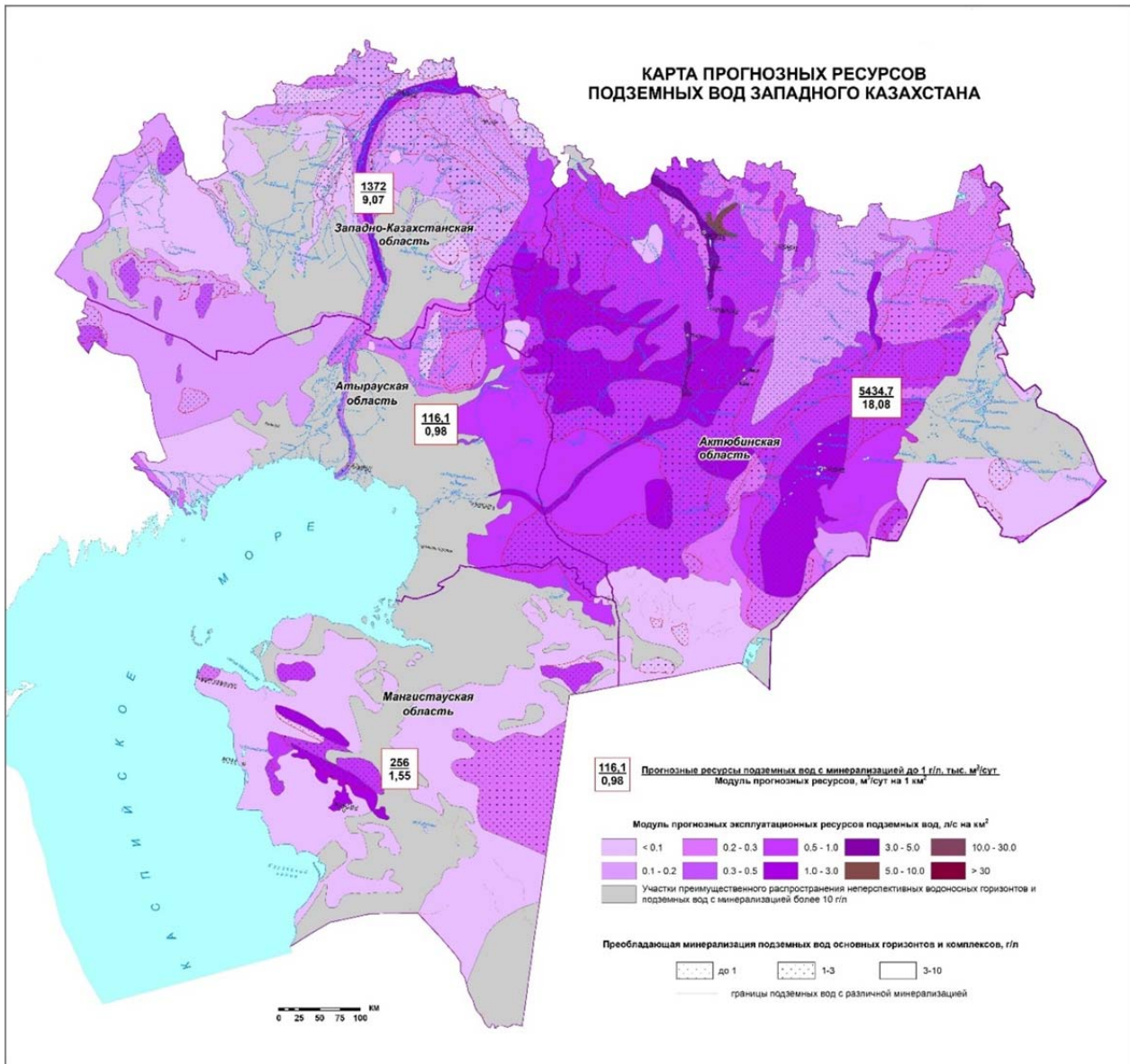


Рисунок 2 – Карта прогнозных ресурсов подземных вод Западного Казахстана

значение, пределы минерализации подземных вод, химический состав воды, эксплуатационные запасы, дата и инстанция утверждения запасов, номер протокола. С всеми месторождениями связаны записи таблицы базы семантических данных по полю «Кадастровый номер».

На основе введенных в систему данных можно построить тематические карты, отражающие целевое назначение подземных вод, генетический тип месторождений, суммарную величину эксплуатационных запасов. Для каждого месторождения можно извлечь информацию о химическом составе воды. Представление данных о месторождениях в виде тематических карт значительно повышает информативность документов, необходимых для принятия решений, связанных с использованием подземных вод. На основании данных информационной системы для каждой административной области можно подсчитать количество месторождений разных классов, выделенных по целевому назначению или генетическому типу, и их эксплуатационные запасы.

Обеспеченность ресурсами пресных подземных вод оценена на основе использования информационно-аналитической системы пресных подземных вод Западного Казахстана. При построении карты обеспеченности территория была разделена на участки в зависимости от степени пригодности вод для хозяйственно-питьевого водоснабжения и возможной производительности эксплуатационных скважин (рисунок 4).

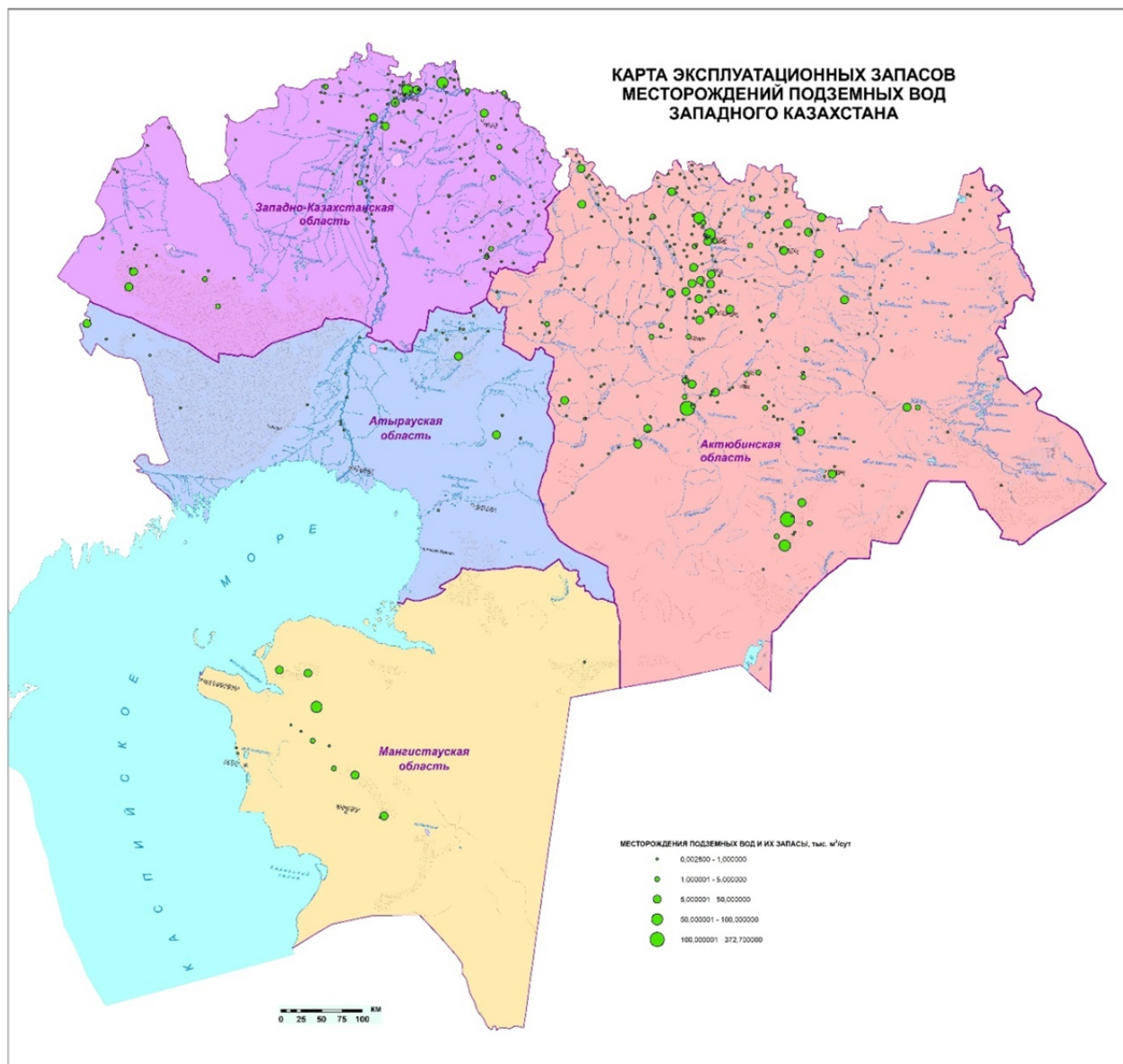


Рисунок 3 – Карта месторождений пресных подземных вод Западного Казахстана, дифференцированных по величине эксплуатационных запасов

Для административных областей Западного региона использованы данные об обеспеченности населения питьевыми водами, текущей и перспективной водопотребностях, на основе которых с применением ГИС-технологий рассчитаны площади с различной степенью обеспеченности ресурсами подземных вод. Площадь территорий Западного Казахстана с обеспеченностью ресурсами подземных вод, пригодными для хозяйственно-питьевого водоснабжения с преобладающей минерализацией до 1 г/л, составляет 144,2 тыс. км² (19,8% от общей площади региона). Площадь территорий с обеспеченностью ресурсами подземных вод, ограниченно пригодными для хозяйственно-питьевого водоснабжения без опреснения и повсеместно с опреснением с минерализацией до 3 г/л, оценена в 142,5 тыс. км² (19,6%); с обеспеченностью ресурсами подземных вод, пригодными для хозяйственно-питьевого водоснабжения с предварительным опреснением с минерализацией более 3 г/л, – 269,4 тыс. км² (37,0%). Площадь участков преимущественного распространения неперспективных водоносных горизонтов и подземных вод с минерализацией более 10 г/л или практически безводных территорий – 172,58 тыс. км² (23,7%).

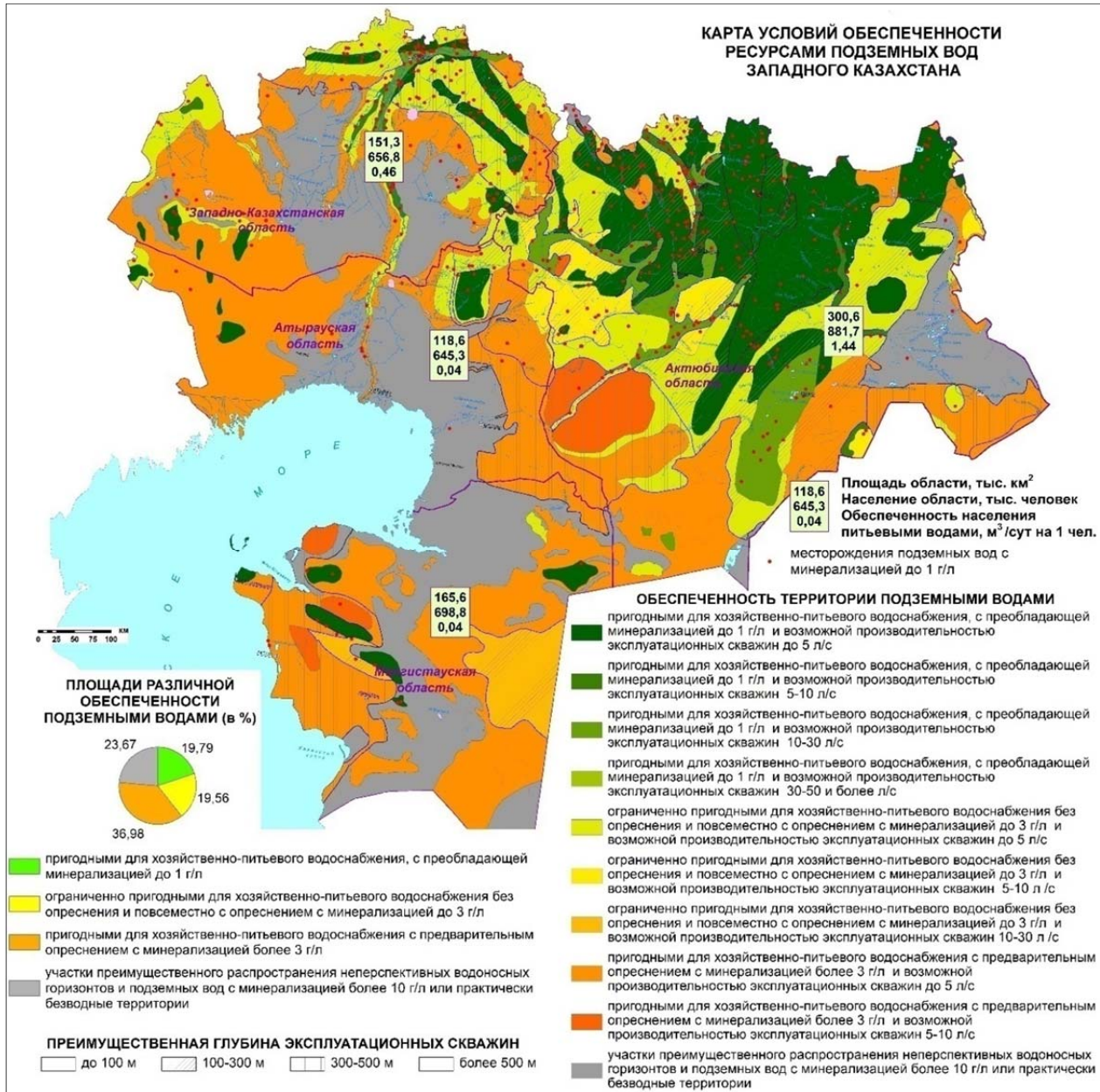


Рисунок 4 – Карта обеспеченности ресурсами подземных вод Западного Казахстана

Заключение. Ресурсы и запасы пресных подземных вод Западного Казахстана сосредоточены преимущественно в горных районах Мугоджар, на Урало-Эмбинском плато, в пределах Горного Мангыстау, в артезианских бассейнах Северного Приаралья, в речных долинах и массивах эоловых песков.

Территория Западного Казахстана характеризуется незначительными прогнозными ресурсами пресных и слабосоленых подземных вод. Они составляют 9,3% от общей величины прогнозных ресурсов подземных вод с минерализацией до 3 г/л по Республике Казахстан, в том числе по пресным водам с минерализацией до 1,0 г/л – 6,5%.

В Западном Казахстане разведано более 800 месторождений подземных вод с эксплуатационными запасами 568,7 млн м³/год, при степени разведанности 21,7% для пресных вод и 10,8% для пресных и слабосоленых вод с минерализацией до 3,0 г/л. Наибольшее количество разведанных запасов подземных вод сосредоточено в Актобинской области, ограниченными эксплуатационными запасами располагают Атырауская, Мангыстауская и Западно-Казахстанская области.

С учетом наличия изученных запасов подземных вод для хозяйственно-питьевых нужд, а также прогнозных ресурсов подземных вод с минерализацией до 3 г/дм³ Актюбинская область относится к территориям с хорошим водообеспечением, Мангыстауская область – к территориям с частичным водообеспечением, а Атырауская и Западно-Казахстанская области – к территориям с недостаточным водообеспечением (дефицитным).

Степень разведанности прогнозных ресурсов подземных вод (отношение величины разведанных эксплуатационных запасов к величине прогнозных ресурсов) с минерализацией до 3 г/дм³ представляется довольно низкой по областям: в Актюбинской – 11,4%; в Атырауской – 2,1%; в Западно-Казахстанской – 11,4%; в Мангыстауской – 26,6%. Тем самым в Западном Казахстане имеется резерв для разведки, освоения и использования в перспективе прогнозных ресурсов доброкачественных подземных вод.

Атырауская, Мангыстауская и Западно-Казахстанская области чрезвычайно бедны подземными водами хозяйственно-питьевого качества, однако разведанные запасы практически не используются. Важно подчеркнуть, что при полном использовании известных запасов подземных вод на месторождениях и перспективных участках, где присутствуют пригодные для хозяйственно-питьевого водоснабжения подземные воды, существует реальная возможность обеспечить население областей питьевой водой из подземных источников.

Несмотря на сложную ситуацию в обеспечении населения Западного Казахстана питьевой водой, имеются значительные возможности и резервы по водоснабжению городов и сельских населенных пунктов водой хозяйственно-питьевого назначения за счёт подземных источников.

Работа выполнена в рамках целевой научно-технической программы по заказу Комитета науки МНВО РК (ИРН BR10965134) «Оценка ресурсов пресных подземных вод как основного источника и долгосрочного резерва устойчивого питьевого водообеспечения населения Республики Казахстан». Мы благодарны за поддержку Министерства образования и науки Республики Казахстан.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Регионы Казахстана в 2020 году: Статистический ежегодник. – Нур-Султан, 2021. – 455 с.
- [2] Водные ресурсы Казахстана (поверхностные и подземные воды, современное состояние): Справочник. – Алматы: НИЦ «Гылым», 2002. – 596 с.
- [3] Генеральная схема комплексного использования и охраны водных ресурсов. Утверждена Постановлением Правительства Республики Казахстан от 08.04.2016 г., № 200.
- [4] Основные положения Генеральной схемы организации территории Республики Казахстан. Утверждены Постановлением Правительства Республики Казахстан от 30.12.2013 г., № 1434.
- [5] Рациональное использование и охрана подземных вод Республики Казахстан в условиях климатических и антропогенных изменений. – Алматы: Print Express, 2020. – 280 с.
- [6] Смоляр В. А., Сапаргалиев Д. С., Ким Д. В. Комплексное и рациональное использование поверхностных и подземных вод – основа водной безопасности Республики Казахстан // Геология и охрана недр. – 2020. – № 1(74). – С. 59-71.
- [7] Murtazin E., Miroshnichenko O., Trushel L. Methods of making of geoinformational and analytical system of groundwater resources in Kazakhstan // News of the Academy of sciences of the Republic Kazakhstan. Series of geology and technical sciences. – 2018. – No. 5. – P. 21-31.
- [8] Murtazin E., Miroshnichenko O., Trushel L. Description of the informational system of groundwater resources and reserves of Kazakhstan // 19th International Multidisciplinary Scientific Geoconference & EXPO SGEM, 2019. P. 137-144. <http://www.sgem.org>.
- [8] Murtazin E., Miroshnichenko O., Trushel L. Structure of geoinformational and analytical system “Groundwater Resources and Reserves of the Republic of Kazakhstan” // News of the Academy of sciences of the Republic Kazakhstan. Series of geology and technical sciences. – 2019. – No. 3. – P. 21-29.
- [10] Murtazin Y.Z., Miroshnichenko O.L., Trushel L.Y., Smolyar V.A., Mirlas V.M. Creation of computer models of the maps of groundwater availability in Kazakhstan // News of the Academy of sciences of the Republic Kazakhstan. Series of geology and technical sciences. – 2020. – No 2(440). P. 114-122.

REFERENCES

- [1] Regions of Kazakhstan in 2020: Statistical Yearbook. Nur-Sultan, 2021. 455 p. (in Russ.).
- [2] Water resources of Kazakhstan (surface and ground waters, current state). Directory. Almaty: NIC "Gylym", 2002. 596 p. (in Russ.).
- [3] General scheme for the integrated use and protection of water resources. Approved by the Decree of the Government of the Republic of Kazakhstan dated April 8, 2016, No. 200 (in Russ.).

[4] The main provisions of the General Scheme for the Organization of the Territory of the Republic of Kazakhstan. Approved by the Decree of the Government of the Republic of Kazakhstan dated December 30, 2013, No. 1434 (in Russ.).

[5] Rational use and protection of underground waters of the Republic of Kazakhstan in the conditions of climatic and anthropogenic changes. Almaty: Print Express, 2020. 280 p. (in Russ.).

[6] Smolyar V. A., Sapargaliyev D. S., Kim D. V. Comprehensive and rational utilisation of surface water and groundwater – the basis of water security of the Republic of Kazakhstan // Geology and bowels of the Earth, 2020. No. 1 (74). P. 59-71 (in Russ.).

[7] Murtazin E., Miroshnichenko O., Trushel L. Methods of making of geoinformational and analytical system of groundwater resources in Kazakhstan // News of the Academy of sciences of the Republic Kazakhstan. Series of geology and technical sciences. 2018. No 5. P. 21-31.

[8] Murtazin E., Miroshnichenko O., Trushel L. Description of the informational system of groundwater resources and reserves of Kazakhstan // 19th International Multidisciplinary Scientific Geoconference & EXPO SGEM, 2019. P. 137-144. <http://www.sgem.org>.

[9] Murtazin E., Miroshnichenko O., Trushel L. Structure of geoinformational and analytical system “Groundwater Resources and Reserves of the Republic of Kazakhstan” // News of the Academy of sciences of the Republic Kazakhstan. Series of geology and technical sciences. 2019. No 3. P. 21-29.

[10] Murtazin Y.Z., Miroshnichenko O.L., Trushel L.Y., Smolyar V.A., Mirlas V.M. Creation of computer models of the maps of groundwater availability in Kazakhstan // News of the Academy of sciences of the Republic Kazakhstan. Series of geology and technical sciences. 2020. No 2(440). P. 114-122.

**М. Қ. Абсаметов¹, А. Ж. Жакибаева², Е. Ж. Муртазин³,
Ю. Н. Ливинский⁴, А. М. Джабасов⁵**

¹ Г.-м. ф. д., профессор, ҚР ҰҒА академигі, директор

(«У. М. Ахмедсафин атындағы Гидрогеология және геоэкология институты» ЖШС, Алматы, Қазақстан)

² Жер асты сулары ресурстары зертханасының кіші ғылыми қызметкері

(«У.М.Ахмедсафин атындағы Гидрогеология және геоэкология институты» ЖШС, Алматы, Қазақстан)

³ Г.-м. ф. к., директордың ғылым жөніндегі орынбасары

(«У. М. Ахмедсафин атындағы Гидрогеология және геоэкология институты» ЖШС, Алматы, Қазақстан)

⁴ Г.-м. ф. к., жер асты сулары ресурстары зертханасының жетекші ғылыми қызметкері

(«У. М. Ахмедсафин атындағы Гидрогеология және геоэкология институты» ЖШС, Алматы, Қазақстан)

⁵ Г.-м. ф. к., жер асты сулары ресурстары зертханасының меңгерушісі

(«У. М. Ахмедсафин атындағы Гидрогеология және геоэкология институты» ЖШС, Алматы, Қазақстан)

БАТЫС ҚАЗАҚСТАН ОБЛЫСЫН АУЫЗ СУМЕН ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУ ҮШІН ЖЕР АСТЫ СУЛАРЫНЫҢ РЕСУРСТАРЫН ПАЙДАЛАНУДЫҢ ҚАУІПСІЗДІГІН, ЖАЙ-КҮЙІ МЕН ПЕРСПЕКТИВАЛАРЫН БАҒАЛАУ

Аннотация. Ауыз сумен жабдықтау жүйелерінің сенімділігін арттырудың бүгінгі жаһандық стратегиясы халықты ауыз сумен қамтамасыз ету үшін жер асты суларын барынша пайдалануға баса назар аударумен айқындалады. Көп жағдайда жер асты суларының болуы, көлемі және сапасы туралы ақпарат белгілі бір аумақты дамытудың тиімділігі туралы шешім қабылдауда, сондай-ақ физикалық ортаны және экономикалық қызметті қолдау үшін қажетті объектілерді жақсарту және кеңейтуде шешуші рөл атқарады. Сондықтан аймақтың гидрогеологиялық жағдайын зерттеудің шешуші факторы жер асты суларының таралуын, олардың ресурстарының шамасын, сапасы мен түзілу ерекшеліктерін білу болып табылады.

Халықты тұрақты ауыз сумен қамтамасыз ету үшін Батыс Қазақстан өңіріндегі жер асты суларының ресурстық әлеуетіне баға берілді. Тұщы жер асты суларының сипаттамаларын бағалау кезінде гидрогеологиялық, гидрогеохимиялық, геоақпараттық-аналитикалық, статистикалық және зертханалық зерттеу әдістері (соның ішінде хроматографиялық, спектрофотометриялық, атомдық сіңіру және т.б.) пайдаланылды. Тұщы жер асты суларының ресурстық әлеуетін және оларды қалалар мен елді мекендерді сумен қамтамасыз ету үшін пайдалану перспективаларын бағалау жер асты суларымен қамтамасыз етілуі жоғары, орташа және нашар аймақтарды анықтауға мүмкіндік береді және бұл, өз кезегінде, Батыс Қазақстан өңірінің тұрақты әлеуметтік-экономикалық дамуына ықпал ететін шаруашылық-ауыз сумен жабдықтау қажеттіліктерін қамтамасыз етудің жаңа көздерін табу.

Түйін сөздер: аумақты сумен қамтамасыз ету, Батыс Қазақстан, халықты ауыз сумен қамтамасыз ету, жер асты тұщы сулары, ресурстық потенциал.

M. K. Absametov¹, A. Zh. Zhakibayeva², Ye. Zh. Murtazin³,
Yu. N. Livinskiy⁴, A. M. Jabassov⁵

¹ Doctor of geological and mineralogical sciences, Professor,
Academician of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Director
(«U. M. Akhmedsafin Institute of Hydrogeology and Geoecology» LLP, Almaty, Kazakhstan)

² Junior researcher in the laboratory of groundwater resources
(«U. M. Akhmedsafin Institute of Hydrogeology and Geoecology» LLP, Almaty, Kazakhstan)

³ Candidate of geological and mineralogical sciences, Deputy director for science
(«U. M. Akhmedsafin Institute of Hydrogeology and Geoecology LLP», Almaty, Kazakhstan)

⁴ Candidate of geological and mineralogical sciences, leading researcher in the laboratory of groundwater resources
(«U. M. Akhmedsafin Institute of Hydrogeology and Geoecology» LLP, Almaty, Kazakhstan)

⁵ Candidate of geological and mineralogical sciences, head of the laboratory of groundwater resources
(«U. M. Akhmedsafin Institute of Hydrogeology and Geoecology» LLP, Almaty, Kazakhstan)

ASSESSMENT OF SUPPORTABILITY, CONDITION AND THE OUTLOOK FOR THE GROUNDWATER RESOURCES USE FOR DRINKING WATER SUPPLY IN THE WEST KAZAKHSTAN REGION

Abstract. Today's global strategy to improve the reliability of drinking water supply systems is determined by the focus on maximizing the use of groundwater to provide the population with drinking water. In most cases, information about the availability, volume and quality of groundwater plays a decisive role in making decisions about the effectiveness of the development of a certain area, as well as the improvement and expansion of the physical environment and facilities necessary to support economic activity and meet the vital needs of the people of this region. Therefore, defining of the groundwater distribution, magnitude of its resources, quality and features of formation is crucial in the study of the hydrogeological conditions of the region.

An assessment of the groundwater resource potential of West Kazakhstan region was made to ensure sustainable drinking water supply of the population. When assessing the characteristics of fresh groundwater hydrogeological, hydrogeochemical, geoinformation-analytical, statistical and laboratory research methods (including chromatographic, spectrophotometric, atomic absorption, etc.) were used. Such evaluation of the resource potential of fresh groundwater and the prospects for its use for the water supply of cities and towns will make it possible to identify areas with high, medium and poor groundwater supply, and this, in turn, will make it possible to find new sources to cover the needs of domestic and drinking water supply, which will contribute to the sustainable socio-economic development of the West Kazakhstan region.

Keywords: water supply of the territory, Western Kazakhstan, drinking water supply of the population, fresh groundwater, resource potential.

<https://doi.org/10.55764/2957-9856/2023-2-16-25.8>

МРНТИ 39.01.05; 39.01.81; 39.01.99

Н. В. Ершова¹, А. А. Нурбацина²

¹ Доцент кафедры водных ресурсов и инженерных дисциплин
(Кыргызско-Российский Славянский университет, Бишкек, Кыргызстан)

² Научный сотрудник лаборатории водных ресурсов
(АО «Институт географии и водной безопасности», Алматы, Казахстан)

АНАЛИЗ МЕТОДОВ РАСЧЕТА ИСПАРЯЕМОСТИ ДЛЯ УСЛОВИЙ СЕВЕРНОГО СКЛОНА КЫРГЫЗСКОГО ХРЕБТА (НА ПРИМЕРЕ БАССЕЙНА РЕКИ СОКУЛУК)

Аннотация. Для оценки испарения с водной поверхности в бассейне р. Сокулук были осуществлены натурные измерения испарения на различных участках, с различными характеристиками подстилающей поверхности. Выполнены замеры таких метеорологических параметров, оказывающих влияние на испарение, как температура воздуха, продолжительность солнечного сияния, относительная влажность воздуха, средняя скорость ветра. Проведен сравнительный анализ между существующими эмпирическими методами расчета эталонной испаряемости с измеренным испарением с водной поверхности. Рассчитаны ошибки разных методов и выявлены наиболее подходящие для определения испарения для р. Сокулук.

Ключевые слова: оценка испарения, испаряемость, эмпирические методы, испаритель класса А, метеорологические параметры, коэффициент корреляции.

Введение. Испарение является одним из важнейших элементов расходной части уравнения водного баланса. Применительно к горному речному бассейну оценка испарения – задача достаточно сложная. Это связано с необходимостью определения суммарного количества влаги, которая испаряется с разных видов подстилающей поверхности водосбора (пашня, луг, лес, водоемы и др.). Оценка испарения инструментальным (прямым) методом – измерение наблюдений с помощью испарителей не позволяет определить испарение со всего водосбора вследствие большого разнообразия природных ландшафтов. Чаще всего суммарное испарение с водосборов оценивается с использованием расчетных методик [1-4], основанных на решении уравнений водного баланса, теплового баланса и турбулентной диффузии. Кроме того, с этой целью применяются различные эмпирические зависимости, учитывающие влияние на испарение гидрометеорологических факторов. Наиболее распространенными методами расчета суммарного испарения являются методы, в основу которых положен расчет испаряемости (*ETP*).

Исследуемый объект – Кыргызский хребет располагается на северной периферии Тянь-Шаня и имеет широтное расположение, простираясь вдоль 42 широты от Боомского ущелья до меридиана г. Тараза (рисунок 1). Общая протяженность хребта – 350 км, высшая его точка – пик Западный Аламедин (4875 м), который находится в центре восточной части хребта [5]. Восточная часть Кыргызского хребта, рассматриваемая в работе, расположена в Кыргызстане и на всем своем протяжении имеет высоты более 3000 м, а на участке между реками Сокулук и Шамси высота его колеблется от 3800 до 4000 м над уровнем моря. Абсолютная высота водораздельной линии хребта нередко достигает 4000–4800 м [6].

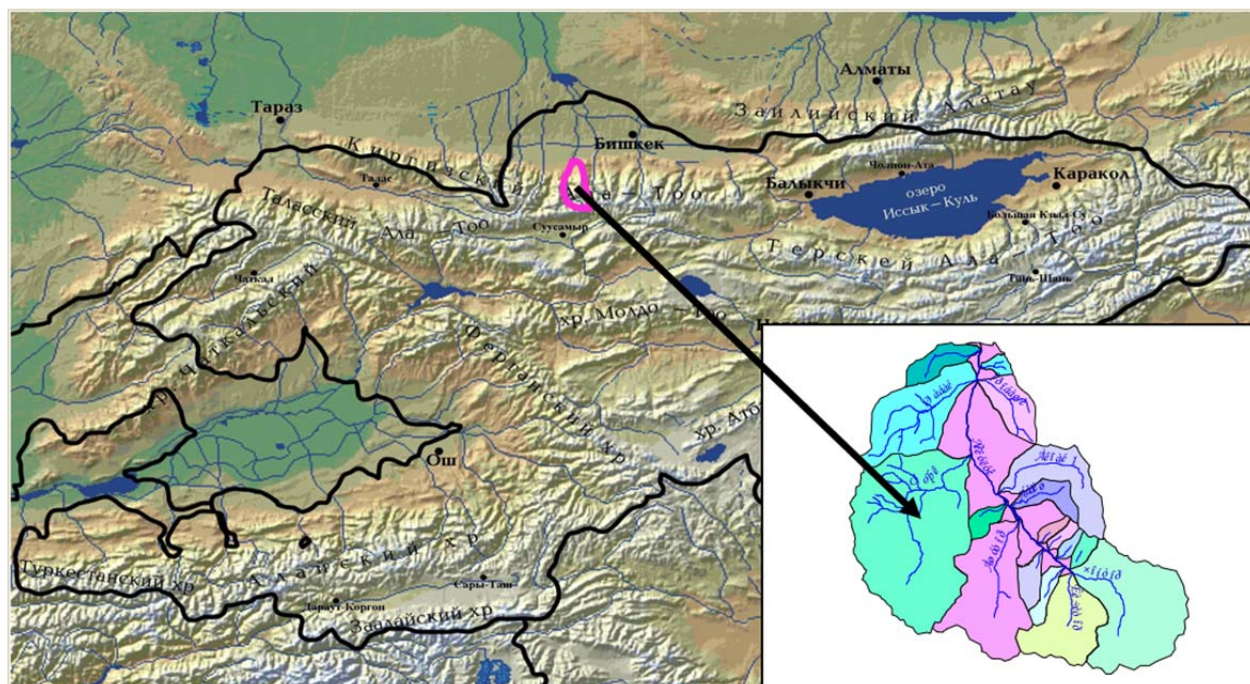


Рисунок 1 – Карта-схема расположения бассейна р. Сокулук

Методы исследования и данные. Река Сокулук была выбрана нами для детального исследования, поэтому рассмотрим её основные гидрографические и морфометрические характеристики, включая основные притоки (таблица 1). Карта бассейна р. Сокулук с частными водосборами представлена на рисунке 2.

Таблица 1 – Гидроморфометрические характеристики реки Сокулук и ее притоков

Номер притока	Берег впадения	Расстояние от устья, км	Уклон, км	Длина реки, км	Площадь бассейнов, км ²
Р. Сокулук			0,04	28	353
1	Правый	39,07		2,3	2,21
2	Правый	37,13		4,84	2,28
Чонтор	Исток Сокулука	33,76	0,11	7,57	51,53
Кичитор	Левый	33,76	0,15	4,0	25,28
Кайдакочме	Левый	32,80	0,38	2,91	3,81
3(Ак-Сай)	Правый	32,44	0,9	1,4	3,08
Караункур	Правый	31,60	0,6	1,31	2,0
Шаркыратма	Левый	30,99		2,30	5,32
Чон-Борюбай	Правый	30,43	0,4	1,7	2,2
Ашутор	Левый	26,65	0,14	8,71	41,02
Бегиш	Правый	26,23	0,34	4,71	7,37
Бузуманбулак	Левый	25,32	0,39	2,79	3,93
Акпай 1	Правый	25,09	0,17	9,06	29,41
Туюк	Левый	21,38	0,13	14,14	89,65
Шабай	Левый	15,82	0,195	10,75	32,17
Оробаши	Правый	15,74	0,16	10,80	11,83
Четинды	Левый	13,37	0,16	5,52	10,31

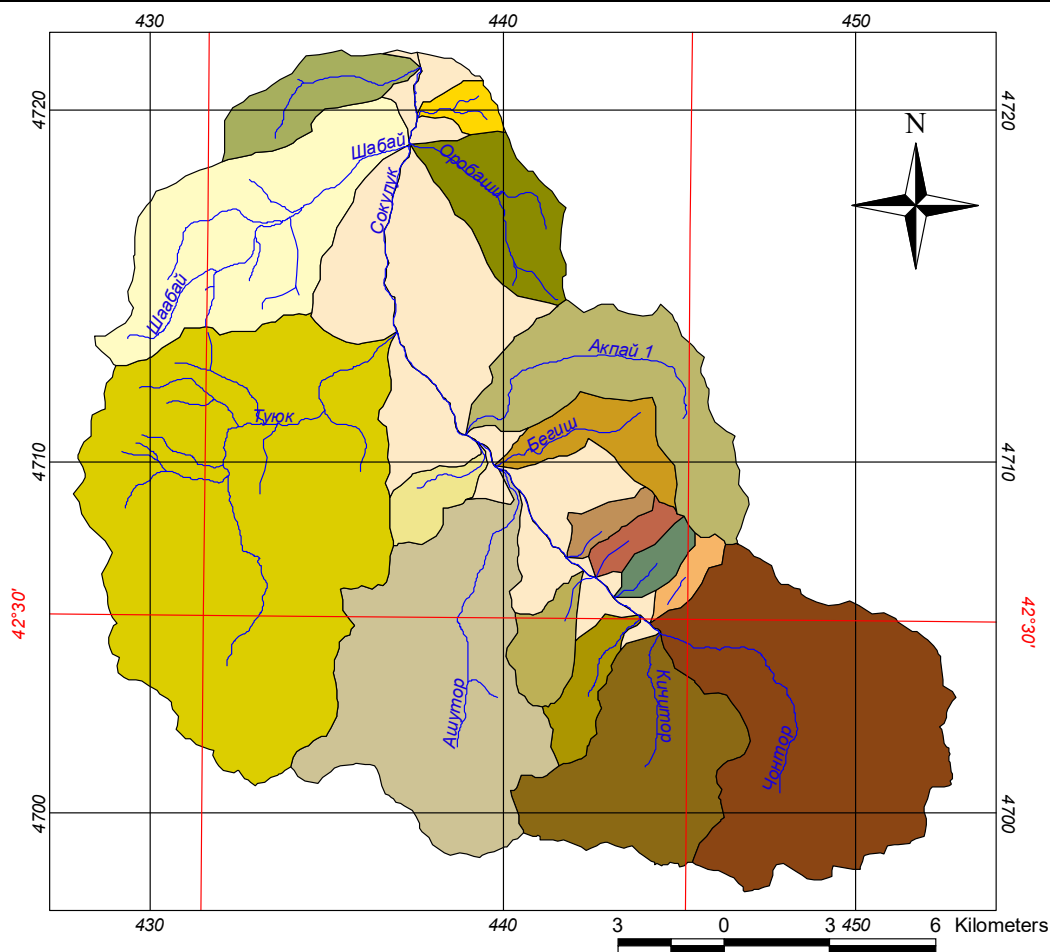


Рисунок 2 – Карта бассейна р. Сокулук с частными водосборами

Река Сокулук характеризуется площадью водосбора 353 км², площадью оледенения 57,9 км² и средней высотой водосбора 3110 м. Она протекает в центральной части Киргизского хребта и берет начало на высоте 3500-3600 м над уровнем моря.

Наиболее значительными притоками р. Сокулук являются реки Туюк, Чонтор, Ашутор. Они берут начало высоко в горах и основными источниками питания этих рек являются талые воды ледников, сезонных снегов и снежников. Гидрографической особенностью бассейна р. Сокулук является преобладание левобережных притоков над правобережными по таким характеристикам, как площадь, длина и водность рек.

Испарение – один из трудноизмеряемых метеорологических и гидрологических параметров. Поэтому при расчете суммарного испарения в бассейне чаще всего используют косвенные расчетные методы. Существует множество методов для расчета испарения, но при различных климатических и природных условиях эти методы дают различные погрешности, поэтому очень важно оценить, какую погрешность имеют расчетные методы для исследуемой области. Так как наибольшее количество методов при расчете использует эталонную испаряемость, то нами проделана попытка сравнить эталонную испаряемость, рассчитанную различными методами, с испаряемостью, полученной с помощью испарителя.

Таким образом, были поставлены следующие цели:

- измерить испарение при помощи испарителя класса А [7] на разных участках в бассейне р. Сокулук с различными характеристиками подстилающей поверхности;
- измерить метеорологические параметры, оказывающие влияние на испарение (температура, продолжительность солнечного сияния, относительная влажность, скорость ветра);
- рассчитать эталонную испаряемость по метеорологическим параметрам, используя эмпирические методы, описанные выше;

– сравнить определенную по метеорологическим параметрам испаряемость с измеренным испарением с водной поверхности, которое приводится посредством умножения на эмпирические коэффициенты к испаряемости [уравнение (1)];

– установить ошибки разных методов и выявить наиболее подходящий расчетный метод для р. Сокулук.

Для выполнения этих целей нами проведены натурные исследования. Испарение с водной поверхности измерялось при помощи международного испарителя класса А.

Общий недостаток метода испарителей состоит в том, что металлические стенки прибора обладают теплопроводностью, отличающейся от теплопроводности окружающей среды, вследствие чего тепловой режим внутри испарителя оказывается искаженным.

Для перехода от испарения с водной поверхности испарителя $E_{пан}$ к эталонной испаряемости ETP выведен эмпирический коэффициент K_p [3, с. 90,91], зависящий от подстилающей поверхности, на которой установлен испаритель, от влажности воздуха и ветровых условий:

$$ETP = K_p E_{пан}. \quad (1)$$

Кроме натуральных измерений испарения, проводились наблюдения за метеорологическими параметрами (температура воздуха, влажность воздуха, продолжительность солнечного сияния, скорость ветра, облачность). Измеряемые параметры и тип приборов приведены в таблице 2, а в таблице 3 – характеристика пунктов, на которых проводились наблюдения.

Таблица 2 – Измеряемые величины и приборы

Измеряемые величины	Приборы	Точность прибора	Сроки, ч
Испарение, мм/12 ч	Международный испаритель класса А	0,01	8, 20
Температура воздуха, °С	Аспирационный психрометр	0,5	8, 20
Дефицит насыщения водяного пара, гПа	Аспирационный психрометр	0,1	8, 20
Облачность, балл	Визуально	1	8, 20
Скорость ветра, м/с	По шкале Бофорта	2	8, 20
Продолжительность солнечного сияния, ч	Гелиограф	0,1	20
Количество осадков, мм/12 ч.	Осадкомер Третьякова	0,1	8, 20

Таблица 3 – Характеристика пунктов наблюдений за испарением и метеорологическими параметрами

Пункт наблюдения	Высота пункта, км	Экспозиция, румб	Уклон, град.	Период наблюдений
1	1,4	ССЗ	3	01.06-07.10; 01.05-15.10
2	2,0	ЗЮЗ	31	24.06-04.07; 22.07-28.07
3	2,0	ССЗ	7	24.06-04.07; 22.07-28.07
4	2,0	ВСВ	30	24.06-04.07; 22.07-28.07

Ежедневная испаряемость подсчитывалась по методам: Пенмана, Пенмана–Монтейта, Хамона, Вендлинга, Тюрка, на основе метеорологических параметров.

1. Расчет испаряемости по уравнениям Пенмана и Пенмана–Монтейта [8, с. 41-44]:

Уравнение Пенмана:

$$ETP = \frac{UFK}{\rho_w L} \frac{\Delta R_N + \gamma E_a}{\Delta + \gamma}. \quad (2)$$

Уравнение Пенмана–Монтейта:

$$ETP = \frac{UFK}{\rho_w L} \frac{\Delta(R_N - G) + \frac{\rho \cdot c_p (e_s - e)}{r_a}}{\Delta + \gamma \left(1 + \frac{r_s}{r_a}\right)}, \quad (3)$$

где ETP – эталонная испаряемость, мм/сут; E_a – аэродинамический коэффициент, Вт/м²;

$$E_a = 0,263(0,5 + 0,537u)(e_s - e) \frac{L}{86400}, \quad (4)$$

где ρ – плотность сухого воздуха, кг/м³; ρ_w – плотность водяного пара ≈ 1000 кг/м³; γ – психрометрическая постоянная, гПа/К; c_p – теплоемкость при постоянном давлении, Дж·К/кг; e – упругость водяного пара, гПа; e_s – упругость насыщения водяного пара, гПа; Δ – уклон кривой давления, гПа/К; R_N – радиационный баланс, Вт/м²; G – тепловой поток в почву, Вт/м²; L – скрытая теплота испарения, Дж·К/кг; r_a – аэродинамическое сопротивление, с/м; r_{a0} – осмотическое сопротивление у растений и поверхностное сопротивление для почвы, с/м; u – скорость ветра на высоте 2 м, м/с; UFK – переходной коэффициент из м/с в мм/сут.

2. Расчет испаряемости по методу Вендлинга [8, с. 45]:

$$ETP = (RG(1,1 - \alpha) + 93 \cdot f_k) \frac{t + 22}{150(t + 123)} \text{ мм/сут}, \quad (5)$$

где RG – суммарная солнечная радиация, Дж/(см²·сут); α – альбеда; f_k – эмпирический коэффициент; t – среднесуточная температура, °С.

3. Расчет испаряемости по методу Хамона [8, с. 45]:

$$ETP = 0,1651 \cdot f_i \cdot h_d / 12 \cdot \frac{216,7 \cdot e_s}{t + 273,3} \text{ мм/сут}, \quad (6)$$

где f_i – эмпирический коэффициент; h_d – продолжительность светового дня, ч; e_s – максимальная упругость водяного пара, гПа; t – температура воздуха, °С.

4. Расчет испаряемости по методу Тюрка [8, с. 46]:

$$ETR = 0,0031(RG + 209,4) \frac{t}{t + 15} ETPF_{mon}, \quad (7)$$

где RG – суммарная солнечная радиация, Дж/(см²·сут); $ETPF_{mon}$ – эмпирический коэффициент, изменяется от месяца к месяцу; t – среднее значение температуры воздуха, °С;

Результаты и их обсуждение. Наблюдения за испарением с международного испарителя класса А и метеорологическими параметрами (см. таблицы 1, 2) проводились на метеоплощадке гидропоста р. Сокулук – с. Белогорка в течение теплого периода 2004 и 2005 гг. По полученным данным построены графики температуры, осадков, солнечной радиации и относительной влажности и испарения с испарителя для пункта наблюдения № 1 в бассейне р. Сокулук за теплый период 2005 г. (рисунки 3 и 4).

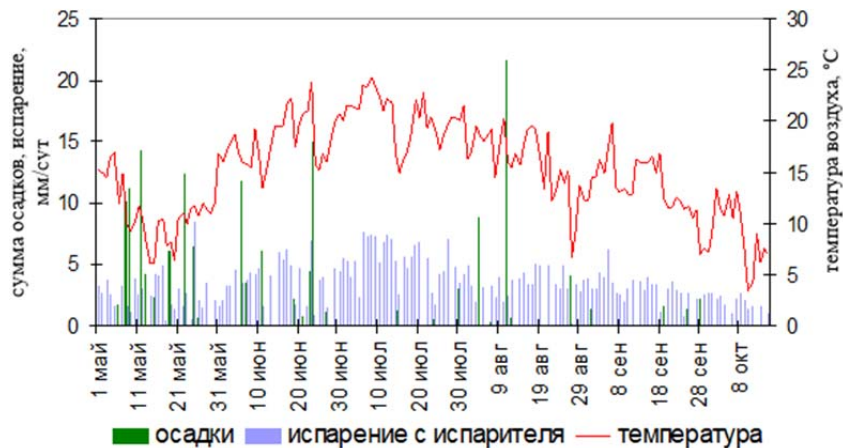


Рисунок 3 – Комплексный график ежедневного испарения с испарителя, осадков и температуры с 1 мая по 15 октября (пункт наблюдений № 1)

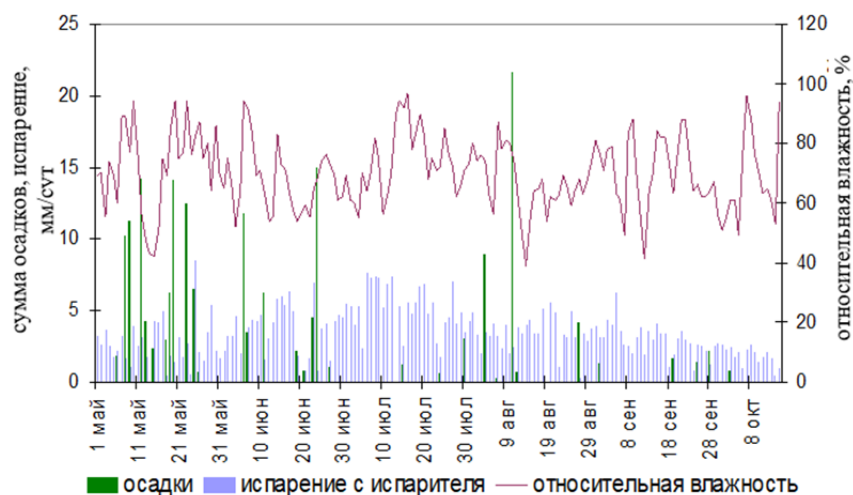


Рисунок 4 – Комплексный график ежедневного испарения с испарителя, осадков и относительной влажности воздуха с 1 мая по 15 октября (пункт наблюдений № 1)

Величина испарения зависит от количества тепла, поступающего на деятельную поверхность, что отчетливо проявляется и в режиме испарения. Таким образом, наибольшее испарение приходится на самый жаркий период года – июль, когда значения испарения достигают 8 мм/сут. Так, в период проведения полевых измерений наибольшее значение испарения – 7,65 мм зафиксировано 6 июля, когда стояла сухая и жаркая погода (среднесуточная температура – 23,5 °С и влажность – 64 %, продолжительность солнечного сияния – 600 мин, суммарная радиация – 499 Вт/м²).

Наименьшая величина испарения для теплого периода (до наступления первых заморозков) соответствуют октябрю. Так, 10 октября испарение с испарителя составляло 1,64 мм/сут, когда метеорологические условия были следующие: среднесуточная температура воздуха – 3,5 °С, влажность – 69 %, продолжительность солнечного сияния – 315 мин, суммарная радиация – 247 Вт/м².

Линейный корреляционный анализ между ежедневными значениями испарения и ежедневными величинами метеорологических параметров (температура воздуха, относительная влажность воздуха, продолжительность солнечного сияния и суммарная солнечная радиация) показал, что наибольший коэффициент корреляции наблюдается между испарением и температурой ($R = 0,61$). Далее в порядке убывания следуют коэффициенты корреляции между испарением и суммарной солнечной радиацией ($R = 0,58$), продолжительностью солнечного сияния ($R = 0,54$), относительной влажностью воздуха ($R = 0,29$), атмосферными осадками ($R = -0,19$). Это говорит о том, что на величину испарения в большей степени оказывают влияние температура воздуха, солнечная радиация и продолжительность солнечного сияния, чем другие метеорологические параметры. Тем не менее пренебречь остальными метеорологическими параметрами нельзя, так как они вносят достаточно большой вклад и величина испарения определяется именно взаимным влиянием этих факторов.

На рисунке 5 представлен график распределения испарения с испарителей, установленных на склонах разной экспозиции и крутизны.

Обработка данных, приведенных на рисунке 5, показала, что среднесуточное испарение за весь период наблюдений составляет: пункт №2 – 4,65 мм/сут, пункт №3 – 5,1 мм/сут, пункт №4 – 5,17 мм/сут. Больших различий в испарении на склонах разной экспозиции в летний период не наблюдается.

Испарение с испарителя на склоне северной экспозиции с небольшой крутизной склона (7°) больше, чем испарение с испарителя на западном склоне с крутизной 31°, а в некоторых случаях его значения больше, чем испарение с испарителя на восточном склоне. Это объясняется большой высотой солнца в летний период и незначительной крутизной склона, что обеспечивает большую продолжительность солнечного дня (12 ч 30 мин) в отличие от продолжительности солнечного дня на западном и восточном склоне (11 ч 45 мин и 10 ч 35 мин соответственно). Несмотря на то, что продолжительность светового дня на западном склоне больше, чем на восточном, испарение на

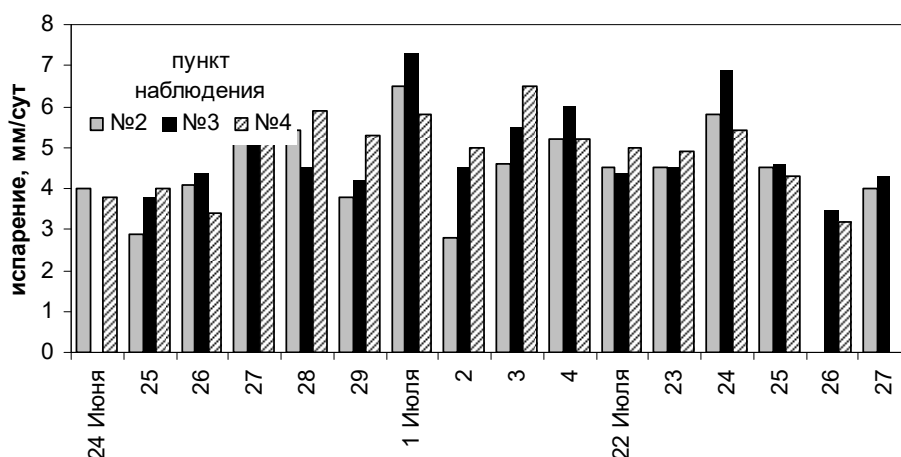


Рисунок 5 – Испарение с испарителей на склонах разной экспозиции и крутизны (пункт наблюдения соответствует таблице 3)

западном склоне меньше. Это объясняется суточным режимом облачности. Вторая половина дня в горной местности практически ежедневно пасмурная; и это способствует тому, что на западном склоне испарение меньше на 11 %, чем на восточном.

Пункты наблюдений №1 и 3 имеют схожие характеристики в экспозиции и крутизне, но их высота отличается на 600 м, что приводит к уменьшению в испарении на 29 % в летний период. Влияние высоты на испарение косвенное и связано в первую очередь с уменьшением температуры с высотой.

Таким образом, испарение зависит от множества факторов как метеорологических, так и от факторов подстилающей поверхности. В условиях бассейна р. Сокулук из метеорологических факторов наибольшее влияние на испарение оказывают температура и солнечная радиация. Кроме того, особенности рельефа (высота местности, экспозиция и крутизна склона) значительно влияют на распределение испарения в исследуемом бассейне.

Таблица 4 – Коэффициент корреляции R , среднее квадратическое отклонение σ , среднемесячное абсолютное отклонение A между ежедневными значениями измеренной и рассчитанной испаряемостями

Метод	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Весь период (с мая по октябрь)
<i>Коэффициент корреляции R</i>							
Пенмана	0,48	0,49	0,21	0,67	0,84	0,82	0,70
Пенмана–Монтейта	0,50	0,57	0,65	0,70	0,83	0,75	0,74
Ведлинга	0,49	0,55	0,42	0,68	0,89	0,86	0,80
Хамона	-0,04	0,04	0,06	-0,07	0,73	0,81	0,63
Тюрка	0,41	0,53	0,41	0,64	0,87	0,78	0,73
<i>Среднее квадратическое отклонение σ</i>							
Пенмана	6,34	8,84	7,71	2,40	2,08	1,40	5,17
Пенмана–Монтейта	2,64	3,46	1,96	0,54	1,06	0,20	1,79
Ведлинга	2,49	3,50	2,11	0,86	1,23	0,18	1,89
Хамона	1,09	1,41	5,63	1,55	1,91	0,35	2,20
Тюрка	4,81	7,65	3,70	1,02	1,08	5,53	3,80
<i>Среднемесячное абсолютное отклонение A, мм</i>							
Пенмана	2,53	3,46	2,65	1,35	1,58	1,46	2,24
Пенмана–Монтейта	1,44	1,97	0,63	-0,14	0,72	0,73	0,90
Ведлинга	1,45	2,10	1,07	0,82	1,09	0,68	1,25
Хамона	-1,24	-1,23	-3,06	-1,57	-1,72	-1,21	-1,73
Тюрка	2,27	3,47	1,95	0,87	0,77	-0,04	1,71

Оценка испаряемости, полученной расчетными методами. Испаряемость (ЕТП) для пунктов наблюдения № 1 подсчитана методами Пенмана, Пенмана–Монтейта, Ведлинга, Хамона и Тюрка. В таблице 4 приведены коэффициент корреляции R, среднее квадратическое отклонение σ и среднее абсолютное отклонение A между измеренной и рассчитанной испаряемостью, а на рисунке 4 – графики ежедневной эталонной испаряемости, измеренной и рассчитанной различными методами за теплый период 2005 г.

Выводы. Испаряемость, полученная по методу Пенмана, в сравнении с измеренной испаряемостью характеризуется коэффициентом корреляции – 0,70, средним квадратическим отклонением – 5,17 и средним абсолютным отклонением – 2,24 мм. Наилучшую корреляцию с измеренной испаряемостью метод Пенмана имеет с середины августа до середины октября, наихудшую – в июле. Наибольшее отклонение достигало 6,48 мм (260%), наименьшее – 0,10 мм (0,6%). Метод Пенмана дает завышенную испаряемость в течение всего рассматриваемого периода по сравнению с измеренной.

Испаряемость, полученная по методу Пенмана–Монтейта, в сравнении с измеренной испаряемостью характеризуется высоким коэффициентом корреляции – 0,74, средним квадратическим отклонением – 1,79 и средним абсолютным отклонением – 0,90 мм. Наилучшее совпадение с измеренной испаряемостью метод Пенмана–Монтейта показывает в сентябре (коэффициент корреляции – 0,83), наихудшее – в мае (коэффициент корреляции – 0,50). Наибольшее отклонение достигало 3,86 мм (156 %), наименьшее – 0,01 мм (0,15 %). Метод Пенмана–Монтейта также дает завышенную испаряемость по сравнению с измеренной в течение всего теплого периода.

Испаряемость, полученная по методу Ведлинга, в сравнении с измеренной испаряемостью характеризуется еще большим коэффициентом корреляции – 0,80, средним квадратическим отклонением – 1,89 и средним абсолютным отклонением – 1,25 мм. Наилучшую корреляцию с измеренной испаряемостью метод Ведлинга имеет в сентябре (коэффициент корреляции – 0,89), наихудшую – в июле (коэффициент корреляции – 0,42). Наибольшее отклонение достигало 4,13 мм (167 %), наименьшее – 0,1 мм (2,8 %). Метод Ведлинга также дает завышенную испаряемость по сравнению с измеренной в течение всего рассматриваемого периода.

Испаряемость, полученная по методу Хамона, в сравнении с измеренной испаряемостью характеризуется худшими коэффициентом корреляции – 0,63, средним квадратическим отклонением – 2,20 и средним абсолютным отклонением – 1,73 мм. Наилучшее совпадение с измеренной испаряемостью метод Хамона имеет в октябре (коэффициент корреляции – 0,83), корреляция отсутствует с мая по август (коэффициент корреляции – 0,04-0,07). Наибольшее отклонение составило 4,76 мм (68 %), наименьшее – -0,15 мм (5,2 %). Метод Хамона дает заниженную испаряемость по сравнению с измеренной в течение рассматриваемого теплого периода.

Испаряемость, полученная по методу Тюрка, в сравнении с измеренной испаряемостью характеризуется коэффициентом корреляции – 0,73, средним квадратическим отклонением – 3,80 и средним абсолютным отклонением – 1,71 мм. Наилучшую сходимость с измеренной испаряемостью метод Тюрка имеет в сентябре (коэффициент корреляции – 0,87), наименьшую – в мае и июле (коэффициент корреляции – 0,41). Наибольшее отклонение составило – 5,71 мм (82 %), наименьшее – -0,04 мм (2,9 %). Метод Тюрка дает завышенную испаряемость по сравнению с измеренной в течение рассматриваемого периода, за исключением октября.

Ежедневная эталонная испаряемость, измеренная и рассчитанная различными методами за теплый период, показана на рисунке 6.

Таким образом, наилучшая корреляция соответствует методу Ведлинга, а наименьшие отклонения от измеренной величины выявлены у метода Пенмана–Монтейта. Поэтому эти два метода, на наш взгляд, наилучшим образом подходят для оценки испарения в бассейне р. Сокулук.

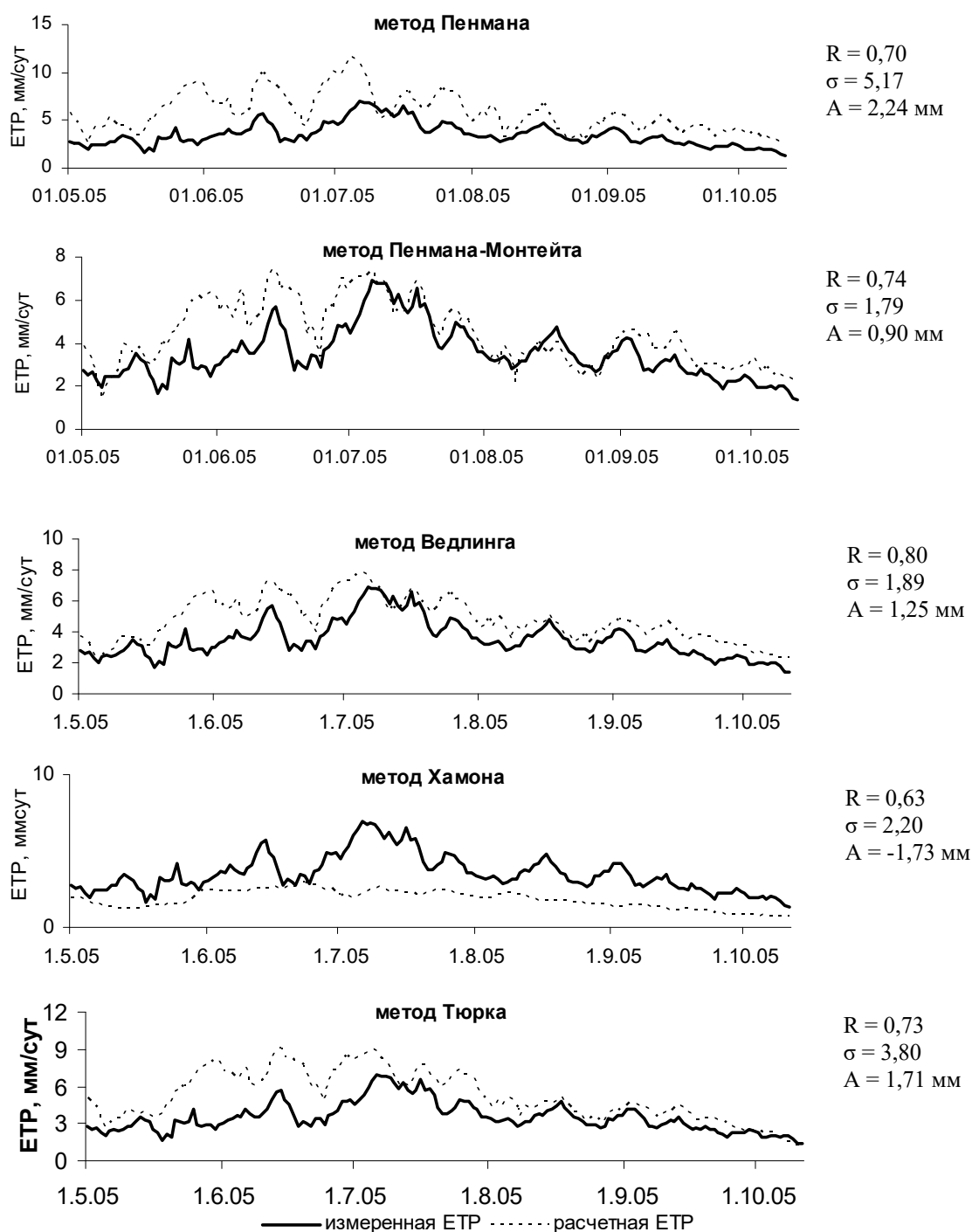


Рисунок 6 – Ежедневная эталонная испаряемость, измеренная и рассчитанная различными методами за теплый период

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Константинов А.Р. Испарение в природе. – Л.: Гидрометеиздат, 1963. – 590 с.
- [2] Позмогов В.А. К вопросу оценки тепловых ресурсов испарения в условиях Северной Киргизии // Вопросы водного хозяйства (гидрология и гидрохимия). – 1976. – Вып. 37. – С. 12-22.
- [3] Allen R.G., Pereira L.S., Raes D., Smith M. Crop evaporation. Guidelines for computing crop water requirements. Irrigation and Drainage Paper 56. – Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nation, 1998. – 300 p.
- [4] Penman H.L. Estimating evaporation. – Trans. Amer. Geophys. Un-ion, 1996. – P. 43-46.
- [5] Рельеф Киргизии / Исаев Д.И., Глушкова М.И., Алиев З.А., Данилина А.П., Токомбаев Ш.Т. – Фрунзе: Илим, 1964. – 147 с.

- [6] Атлас Киргизской ССР. Т. 1. Природные условия и ресурсы. – М.: ГУГК СССР, 1987. – 157 с.
 [7] Интернет-ресурс https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=3729. Дата обращения – 24.04.2023г.
 [8] Gurtz J., Zappa M., Jasper K. Application training on hydrological models. – Zurich: ETH, 2003. – 41 p.

REFERENCES

- [1] Konstantinov A.R. Evaporation in nature. L.: Gidrometeoizdat, 1963. 590 p. (in Russ.).
 [2] Pozmogov V.A. On the issue of assessing the thermal resources of evaporation in the conditions of Northern Kyrgyzstan // Issues of water management (hydrology and hydrochemistry). 1976. Issue. 37. P. 12-22 (in Russ.).
 [3] Allen R.G., Pereira L.S., Raes D., Smith M. Crop evaporation. Guidelines for computing crop water requirements. Irrigation and Drainage Paper 56. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nation, 1998. 300 p.
 [4] Penman H.L. Estimating evaporation. Trans. amer. Geophys. Un-ion, 1996. P. 43-46.
 [5] Relief of Kyrgyzstan / Isaev D.I., Glushkova M.I., Aliev Z.A., Danilina A.P., Tokombaev Sh.T. Frunze: Ilim, 1964. 147 p. (in Russ.).
 [6] Atlas of the Kirghiz SSR. Vol. 1. Natural conditions and resources. M.: GUGK USSR, 1987. 157 p. (in Russ.).
 [7] Internet resource https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=3729. Date of treatment – 24.04.2023.
 [8] Gurtz J., Zappa M., Jasper K. Application training on hydrological models. Zurich: ETH, 2003. 241 p. (in Russ.).

Н. В. Ершова¹, Ә. А. Нурбаццина²

¹ Су ресурстары және инженерия кафедрасының доценті
 (Қырғыз-Ресей Славян университеті, Бішкек, Қырғызстан)

² Су ресурстары зертханасының ғылыми қызметкері
 («География және су қауіпсіздігі институты» АҚ, Алматы, Қазақстан)

**ҚЫРҒЫЗ ЖОТАСЫНЫҢ СОЛТҮСТІК БЕТКЕЙІНІҢ ЖАҒДАЙЫ ҮШІН
 БУЛАРДЫ ЕСЕПТЕУ ӘДІСТЕРІН ТАЛДАУ
 (СӨКҮЛІК ӨЗЕНІ АЛСАСЫНЫҢ МЫСАЛЫ)**

Аннотация. Сокулук өзені алабында су бетінен булануды бағалау мақсатында зерттеліп отырған аймақтың түрлі сипаттағы төсеніш бетінің әртүрлі учаскелерінде буланудың далалық өлшеулері жүргізілді. Сондай-ақ булануға әсер ететін метеорологиялық көрсеткіштер де өлшенді: ауа температурасы, күн сәулесінің ұзақтығы, ауаның салыстырмалы ылғалдылығы, желдің орташа жылдамдығы. Эталондық буланғыштықты есептеудің қолданыстағы эмпирикалық әдістері мен өлшенген су бетінен булану арасында салыстырмалы талдау жүргізілді. Түрлі әдістердің қателері есептеліп, Сокулук өзені үшін булануды есептеуге ең қолайлылары анықталды.

Түйін сөздер: булануды бағалау, буланушылық, эмпирикалық әдістер, А классы буландырғышы, метеорологиялық параметрлер, корреляция коэффициенті.

N. V. Ershova¹, A. A. Nurbatsina²

¹ Associate Professor, department of water resources and engineering
 (Kyrgyz-Russian Slavic University, Bishkek, Kyrgyzstan)

² Researcher at the laboratory of water resources
 (JSC «Institute of Geography and Water Security», Almaty, Kazakhstan)

**ANALYSIS OF METHODS FOR CALCULATION OF EVAPORATION
 FOR THE CONDITIONS OF THE NORTHERN SLOPE OF THE KYRGYZ RIDGE
 (BY THE EXAMPLE OF THE SOKULUK RIVER BASIN)**

Abstract. To assess evaporation from the water surface in the Sokuluk River basin, full-scale measurements of evaporation were carried out in various parts of the study area, with different characteristics of the underlying surface. Measurements of meteorological parameters affecting evaporation were also carried out: air temperature, duration of sunshine, relative air humidity, average wind speed. A comparative analysis between the existing empirical methods for calculating the reference with the measured evaporation from the water surface. The errors of different methods were calculated and the most suitable for calculating evaporation for the Sokuluk River were identified.

Keywords: evaporation estimation, evaporation, empirical methods, class A evaporator, meteorological parameters, correlation coefficient.

<https://doi.org/10.55764/2957-9856/2023-2-26-33.9>

МРНТИ 37.29.35

Л. А. Ерисковская

Научный сотрудник лаборатории мониторинга горной криосферы (ТОО «Центрально-Азиатский региональный гляциологический центр категории 2 под эгидой ЮНЕСКО»), Алматы, Казахстан)

ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА ЛЕДНИКЕ ТУЙЫКСУ

Аннотация. Рассматриваются основные метеорологические элементы среднемесячные: температура воздуха, относительная влажность, общая облачность от 0-3 (ясно) и от 8-10 баллов (пасмурно), скорость ветра, продолжительность солнечного сияния, месячная сумма осадков по данным гляциологического стационара ледника Туйыксу за 1972-2022 гг. в благоприятные и неблагоприятные годы.

Ключевые слова: температура воздуха, относительная влажность, скорость ветра, продолжительность солнечного сияния, месячная сумма осадков.

Введение. Горные области занимают 20% земной поверхности. Горный климат влияет на изменение климата в целом на земном шаре и может оказывать значительное воздействие на экономику многих стран мира. Ледники – это очень чувствительный индикатор климата. Изменение колебания горных климатов имеет большое значение для жизнедеятельности человека, так как он работает в экстремальных условиях и такие колебания необходимо изучать и принимать в расчет. В настоящее время Земля переживает состояние частичного оледенения, когда ледниками покрыта лишь десятая часть её поверхности [1]. Ледники играют огромную роль в жизни нашей планеты. Вода в ледниках консервируется на много сотен и тысяч лет. Именно ледники можно назвать гигантскими естественными хранилищами запасов пресной воды.

Около мощного снегового хребта Иле (Заилийский) Алатау с ледниками и высотными пиками находится южная столица Казахстана – Алматы. От основного хребта в центральной части на северном склоне отходят боковые отроги – менее крупные хребты – Талгарский, Новый, Малоалматинский и Кумбель. На одном из участков широтного простирания в междуречье Улкен Алматы и Левого Талгара от осевого хребта в северном направлении отходит отрог Кумбель. Через несколько километров от него отчленяется Малоалматинский отрог, образуя в плане с отрогом Кумбель подковообразное горное обрамление, внутри которого раскинулся горно-ледниковый бассейн Туйыксу (Туюксу) в верховьях реки Киши Алматы.

Выдвинутые далеко к северу отроги Кумбель и Малоалматинский стоят на пути влагонесущих масс, препятствуя проникновению их в верховья смещённых к югу бассейнов рек Улкен Алматы и Левого Талгара. Они способствуют перехвату определённой доли влаги, вследствие чего горно-ледниковый бассейн Туйыксу получает самое большое количество атмосферных осадков, выпадающих на северном склоне хребта [2]. Этому способствуют, прежде всего, большие высоты Малоалматинского отрога, достигающие 4200–4400 м над уровнем моря и являющиеся после поднятия хребта в районе массива Талгар самыми значительными.

Цель настоящей работы заключается в том, чтобы показать эволюцию различных сторон жизнедеятельности ледника, когда оледенение всех горных районов мира испытывает неуклонное сокращение. Это в конечном итоге может привести к нежелательным последствиям, которые

отразятся на всей хозяйственной деятельности тех регионов, где вся жизнь связана с водой, поступающей из высокогорных областей. Первые сведения о режиме ледника в указанный период относятся к Международному геофизическому году (МГГ – 1957-1960). Затем последовали многие тематические исследования по мониторингу колебаний ледников, Международной гидрологической декаде (МГД – 1964-1974), постоянные наблюдения по Международной гидрологической программе (МГП – 1975 – настоящее время), во время которых в полевых условиях был собран обширный и значительно углублённый фактический материал о разных сторонах жизни ледника, определяющих его внешний и внутренний массообмен в связи с климатическими изменениями. Ледник Центральный Туюксу неоднократно подтверждал свою представительность для всей Тянь-Шаньской горной страны. Её оледенение независимо от местоположения, орогипсометрических и экспозиционных факторов испытывает те же самые изменения в режиме на фоне всеобщих климатических колебаний, охватывающих всю горную страну и, по-видимому, тесно связанных с повышенной антропогенной деятельностью, вызывающей глобальное потепление.

Впервые наблюдения в высокогорье за поверхностным движением ледников Иле Алатау были проведены С. Е. Дмитриевым в 1903-1908 гг. на леднике Центральный Туюксу в 1907, 1911 гг., затем Н. Н. Пальговым. Особенно интенсивно проводились исследования в период МГГ (1957–1959 гг.) и в последующие годы [3]. В основном исследования в горах осуществлялись в летние месяцы, и этот сезон достаточно хорошо изучен. Холодный период для ледников имеет также большое значение, так как происходит аккумуляция – накопление снега за счёт твердых атмосферных осадков, метелевого переноса, снежных лавин и нарастающих осадков (изморозь, гололёд). Основным источником для формирования ледника являются твёрдые осадки [4].

Ледник Туйыксу открыт в 1902 г. [2] и является репрезентативным (рисунок 1). Горно-ледниковый бассейн Туйыксу находится на склоне Иле Алатау – самого северного хребта Тянь-Шаня. Общая протяженность хребта составляет 280 км. Из них 150 км имеют наибольшие высоты. Совокупность орографии, ориентации и рельефа создают наиболее благоприятные условия для оледенения. В связи с тем, что высотная зона ледника находится в области вечной мерзлоты, он относится к типу холодных ледников. Ледник имеет однокамерный цирк питания и ориентирован на север. Средняя абсолютная высота обрамляющего ледник гребня – 4120 м, а его относительное превышение над подножием тыловой стены – 300 м. Задние стены ледника имеют крутизну до 30-40°, лавиноопасны, нередко с них происходит обрушение льда [5]. Перемещенные массы снега и льда обычно откладываетеся на высотах 3800-3900 м. Ширина ледника в области цирка – около 1,5 км, а языка – 0,5 км. Наклон области фирнового поля – 4–6°, языка – 7–8°, а его конца – 16–18°. Язык ледника обрамлён боковыми моренами, под которыми сохраняется погребённый лёд общей площадью – около 0,2 км², а под конечной мореной – 0,3 км². Вблизи правого края ледника есть

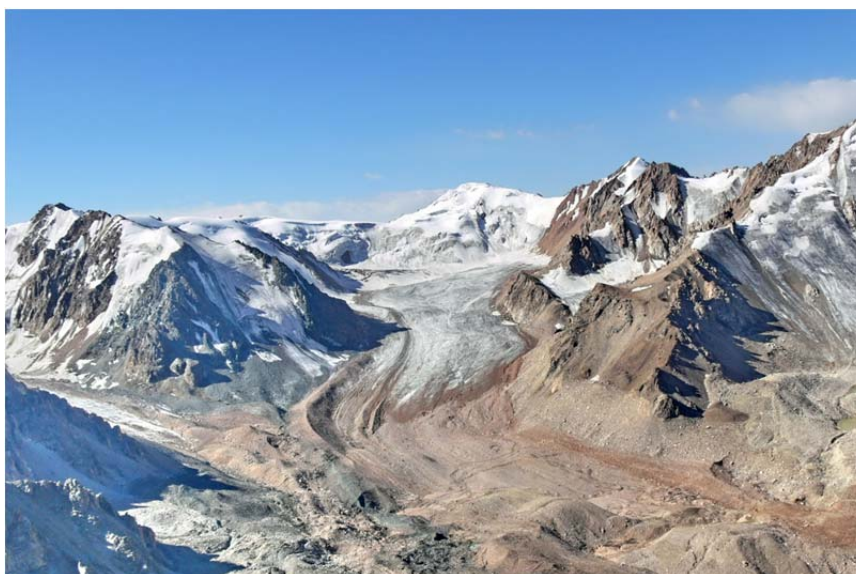


Рисунок 1 – Ледник Туйыксу. Фото научного сотрудника гляциологического центра Касаткина Н. Е.

небольшая срединная морена. Ледник испещрён множеством относительно нешироких трещин глубиной до 8 м и более, представляющих серьёзную опасность для работающих там людей. Скорость движения льда в самом узком месте колеблется от 15 до 16 м/год, уменьшаясь вверх и вниз ледника до почти нулевых значений. В середине XX века максимальная годовая скорость ледника достигала 25-26 м [2].

Бассейн ледника Туйыксу относятся к районам с избыточным увлажнением. Ледник подвержен влиянию климатических колебаний, в особенности температуры воздуха и увлажнению, которые более всего воздействуют и определяют его внешний массоэнергообмен.

В основном единственным источником питания ледника являются атмосферные осадки. Более 40% территории горно-ледникового бассейна Туйыксу имеют оптимальные условия для отложения и накопления твёрдых атмосферных осадков, а также для достаточно длительного существования снежного покрова.

С 1972 г. на стационаре Туйыксу ведутся круглогодичные наблюдения специалистами лаборатории гляциологии Института географии Республики Казахстан. Проанализированная научная информация высылается во Всемирную службу мониторинга ледников. Собранные многочисленные сведения о его жизнедеятельности и развитии в современный период постоянно привлекают к себе внимание нового поколения исследователей, которые испытывают интерес к истории его существования в прошлом, к цифрам и фактам, полученным в результате непрерывного изучения. Измерения на леднике Туйыксу являются уникальной базой для теоретического изучения механизма вынужденных колебаний ледников.

Цель и задачи исследований. Основной целью исследований является анализ метеорологических наблюдений на станции Туйыксу в благоприятные и неблагоприятные для оледенения годы в летние месяцы.

Район исследований. Ледник Туйыксу имеет однокамерный цирк питания и ориентирован на север. Средняя абсолютная высота обрамляющего ледник гребня – 4120 м. В связи с тем, что высотная зона ледника находится в области вечной мерзлоты, он относится к типу холодных ледников. В настоящее время в гляциальной зоне Северного Тянь-Шаня наблюдения за климатом ведутся на единственной гляциометеостанции Туйыксу, расположенной в Малоалматинском горно-ледниковом бассейне на северном склоне Иле Алатау на высоте 3450 м над ур. м. Ее координаты 43°05'N, 77°07'E. Станция расположена на моренных отложениях ледника. В непосредственной близости от нее на северном склоне отрога, разделяющего бассейны Киши и Улкен Алматы, расположен ледник Молодежный. Станция функционирует с 1972 г. и охватывает широкий комплекс метеорологических измерений. Главными из них, наиболее связанными с режимом ледника, являются температура воздуха, атмосферные осадки, а также облачность и продолжительность солнечного сияния.

Метеорологические исследования. Как метеостанция, так и ледник Центральный Туйыксу после 1997 г. остался единственным в Центрально-Азиатском регионе, дающим информацию о колебаниях ледников, подобных которому здесь насчитывается многие тысячи. Оценивая результаты мониторинга ледников Земли, Мировая служба (WGMS) опирается на данные по леднику Туйыксу, расположенному в Северном Тянь-Шане.

Особенно большой научно-практический интерес представляют метеопроцессы при экстремальных значениях годового баланса массы ледников. Положительный баланс массы ледника Туйыксу за 1972–2022 гг. был в 1981, 1993, 2003, 2004, 2009, 2010, 2016, 2018 гг. – это благоприятные для оледенения годы (бл/г), когда снеговая линия (граница питания) ледника была ниже средней многолетней и на долю области питания приходилась большая часть площади ледника. Во все остальные годы указанного периода преобладал отрицательный баланс, особенно резко выраженный в 1978, 1984, 1991, 1997, 2008, 2012, 2014, 2022 гг. – неблагоприятные для оледенения годы (нбл/г) с максимально высоким положением границы питания ледника (рисунок 2). На схеме, составленной по полевым данным сотрудников гляциологического центра, показано интенсивное отступление ледника Туйыксу в 1958, 1998, 2013 гг. (рисунок 3).

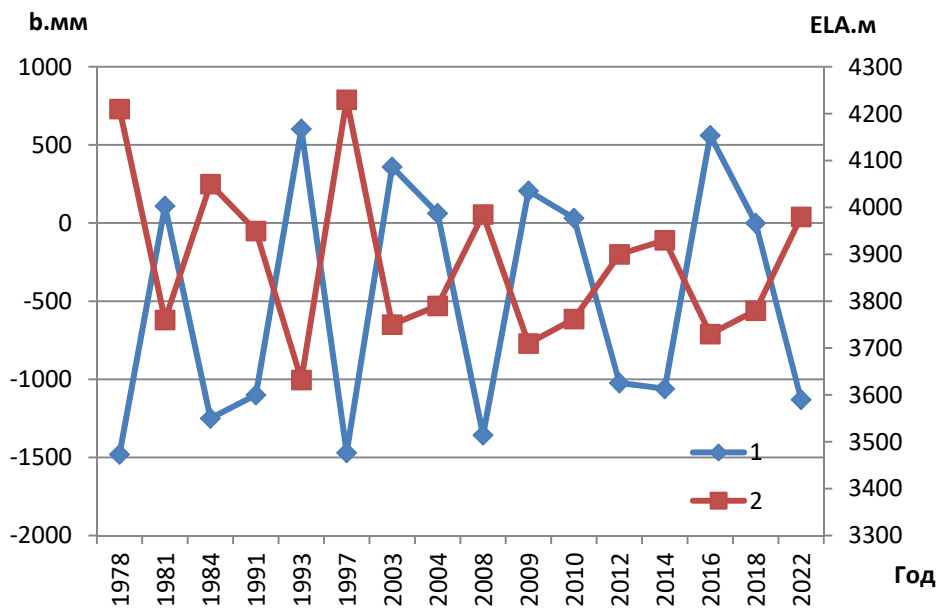


Рисунок 2 – Изменения баланса ледника, высоты снеговой линии в благоприятные и неблагоприятные годы на леднике Туйыксу: 1 – баланс масс ледника (b, мм); 2 – высота снеговой линии (ELA, м)

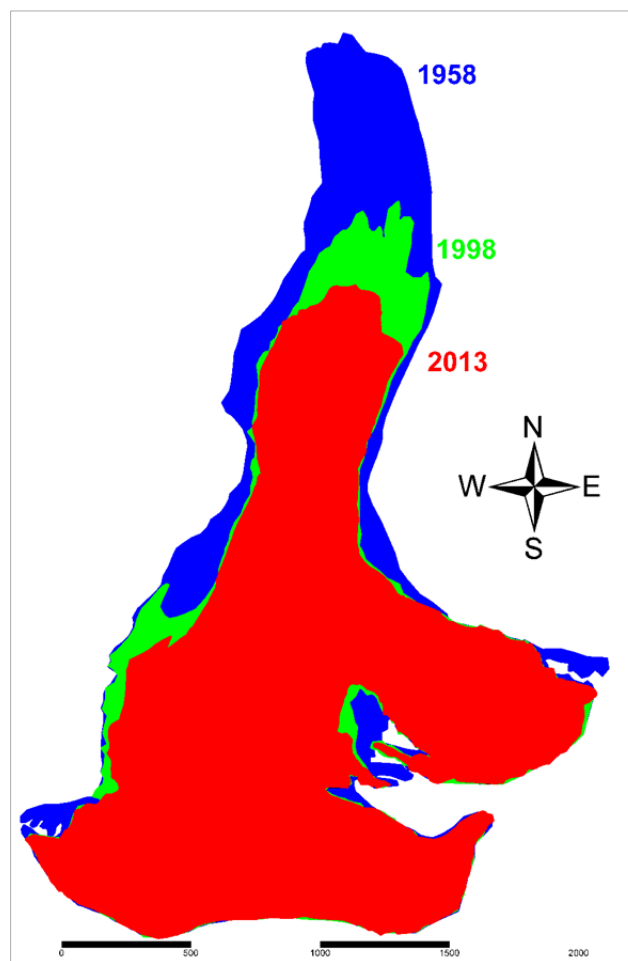


Рисунок 3 – Схема сокращения площади ледника Туйыксу в 1958, 1998, 2013 гг. (составил научный сотрудник гляциологического центра Касаткин Н. Е.)

Большое влияние на температуру воздуха и влажность оказывает скорость ветра. В конце XX и в начале XXI века скорость ветра стала значительно меньше (таблицы 1, 2).

Таблица 1 – Изменение значений метеорологических элементов на леднике Туйыксу в летний период в благоприятные годы

Год	T, °C _{мин}	T, °C _{сред.}	T, °C _{мак}	V, м/с	F, %	W, мм
1981	0,5	3,9	7,9	1,2	77	485,0
1992	1,0	3,9	7,4	0,7	71	467,3
2003	0,8	4,5	8,6	1,1	68	638,6
2004	0,8	5,2	8,7	1,6	61	291,7
2009	1,0	4,5	8,5	1,5	66	374,7
2010	2,2	5,3	9,0	1,7	70	523,9
2016	4,3	5,7	9,2	1,2	68	467,9
2018	2,1	5,6	9,7	1,7	66	530,2
Среднее	1,6	4,8	8,6	1,3	68	474,9

Примечания. Здесь и в таблице 2: T – температура воздуха; V – скорость ветра; F – относительная влажность; W – сумма осадков.

Таблица 2 – Изменение значений метеорологических элементов на леднике Туйыксу в летний период в неблагоприятные годы

Год	T, °C _{мин}	T, °C _{сред.}	T, °C _{мак}	V, м/с	F, %	W, мм
1978	1,2	5,6	9,9	1,5	60	213,5
1984	2,7	6,3	10,5	1,8	54	278,8
1991	1,5	4,4	7,9	1,0	65	485,4
1997	2,5	5,8	9,8	1,1	62	322,1
2008	2,8	6,3	10,5	1,6	62	315,8
2012	2,6	5,8	9,7	1,7	67	297,4
2014	1,7	5,4	9,0	1,1	63	298,4
2022	2,2	4,5	9,5	1,9	61	374,1
Среднее	2,2	5,5	9,3	1,5	62	323,2

Как рассматривалось ранее, ледники чувствительны к изменениям летней температуры воздуха, на которую влияют многие факторы. Одним из них является **влажность воздуха**. В благоприятные годы относительная влажность больше, температура воздуха (средняя, минимальная, максимальная) существенно ниже. По исследованиям Макаревича К. Г., Пальгова Н. Н., Токмагамбетова Г. А. [5], на леднике Туйыксу преобладала скорость ветра больше 2 м/с в летнее время в первой половине XX века. В конце XX и в начале XXI века скорость ветра стала значительно меньше [6]. Когда скорость ветра особенно в летние месяцы возрастает, то турбулентное перемешивание приземных слоёв воздуха и испарение с ледника увеличиваются. Это способствует уменьшению влажности воздуха, что отрицательно сказывается на оледенении ледника. Осадков в неблагоприятные годы в летний период выпало намного меньше, чем в благоприятные (таблица 3). Из таблицы 3 видно, что в неблагоприятные годы температура в ясные дни (0-3) баллов и

Таблица 3 – Климатические показания при ясной (0-3) и пасмурной (8-10) погоде на леднике Туйыксу

Годы	T, °C ясно	T, °C пасмурно	ч/с с осадками при (0-3)	ч/с с осадками при (8-10)
Неблагоприятные	6,7	4,5	255	235
Благоприятные	6,0	3,8	164	289

Примечания: T – средняя месячная температура воздуха, ч/с – число случаев с осадками при ясной и пасмурной погоде.

пасмурные (8-10) выше, чем в благоприятные годы, но число случаев с выпадением осадков при облачности (0-3) больше, чем в благоприятные годы, но они менее обильные.

Продолжительность солнечного сияния в неблагоприятные годы и средняя месячная температура воздуха намного выше, чем в благоприятные годы (таблица 4). Продолжительность солнечного сияния в многолетнем ходе возрастает (рисунок 4).

Таблица 4 – Изменения продолжительности солнечного сияния в благоприятные и неблагоприятные годы

Благоприятные годы			Неблагоприятные годы		
Год	Q, ч	T, °C	Год	Q, ч	T, °C
1978	226,8	5,6	1981	144,2	3,9
1984	229,4	6,3	1993	157,3	3,9
1991	86,8	4,4	2003	187,0	4,5
1997	223,4	5,8	2004	193,0	5,2
2008	193,9	6,3	2009	202,8	4,5
2012	213,6	5,8	2010	174,0	5,3
2014	213,9	5,4	2016	181,0	5,7
2022	192,3	4,5	2018	180,6	5,6
Среднее	197,5	5,5	Среднее	177,5	4,8

Примечания: Q – продолжительность солнечного сияния; T – среднемесячная температура воздуха.

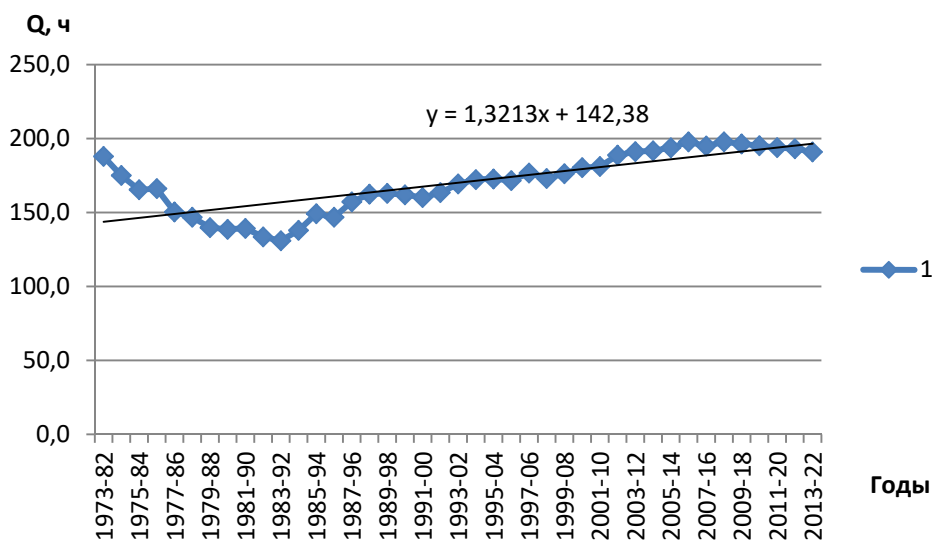


Рисунок 4 – Скользящие по 10-летиям продолжительности солнечного сияния (Q) на леднике Туйыксу и линейный тренд

Синоптические процессы. Большое влияние на климатические изменения оказывают синоптические процессы. Для такого анализа использовалась типизация макроциркуляционных процессов, разработанная Б. Л. Дзерdzeевским для Северного полушария [7, 8]. В отдельную группу им выделена меридиональная южная циркуляция (тип 13) – необычное состояние атмосферы с циклонической циркуляцией на полюсе, отсутствием блокирующих процессов на полушарии и тремя-четырьмя одновременными выходами южных циклонов в разных секторах полушария. Именно с этой группой с начала 1980-х годов (максимум приходится на 1989 г.) и в настоящее время связано большинство метеорологических экстремумов, в том числе и в Арктическом бассейне, и в горных районах. Рост повторяемости южных циклонов, имеющих малые радиусы действия, большие скорости перемещения и резкие контрасты температур на фронтах вызвали увеличение амплитуды колебаний температуры воздуха и атмосферных осадков в разных регионах, в частности в горных, в тёплое время года [9].

Наиболее благоприятные условия в отношении осадков для Казахстана складываются при меридиональном типе Е, сочетающемся с максимумом солнечной активности [10]. Осадки при этом типе выпадают в основном в твёрдом виде, и температура воздуха обычно понижается. В неблагоприятные годы в основном преобладает тип С, сочетающийся с минимумом солнечной активности. Преобладание типа С, сочетающегося с минимумом солнечной активности, способствует засушливости [11]. При меридиональном типе циркуляции Е высотный гребень локализован таким образом, что его ось располагается между 30-60° в.д. К востоку и западу от этого гребня обычно имеются глубокие холодные ложбины, которым соответствуют на приземных картах циклоны, обуславливающие в своем тылу вторжения холодных воздушных масс. При меридиональном типе циркуляции С в атлантико-европейском секторе ПВФЗ (планетарная высотная фронтальная зона) характеризуется двумя высотными гребнями, расположенными над Западной Европой и Западной Сибирью. Между этими гребнями ПВФЗ имеет сильный изгиб к югу. В отдельных случаях тот или иной высотный гребень может быть развит слабо или усиливаться лишь эпизодически [12]. Исследования показали, что в годы максимума солнечной активности увеличивается глубина циклонов и они становятся более обширными, нежели в годы минимума. Количество осадков в годы максимума солнечной активности в Казахстане возрастают на 20-30 % от многолетней нормы, а в годы минимума уменьшаются на 30-40 % от нормы. Максимум солнечной активности способствует увлажнению, а минимум – засушливости в Казахстане [13]. Солнечная активность является одним из главных факторов, влияющих на изменение ледникового климата, так как ледники – это чувствительный индикатор. В эпохи циркуляции типа Е создаются условия для стационарирования или слабого наступания ледников на Алтае и в Юго-Восточном Казахстане [14]. На леднике Туйыксу наибольшее количество осадков в твердом виде наблюдалось при типе Е [10].

Заключение. Таким образом, за исследуемый период даже незначительное повышение температуры воздуха в летний период влияет на абляцию ледника. Одним из факторов, воздействующим на температуру воздуха, является изменение скорости ветра. На леднике Туйыксу, как в неблагоприятные, так и в благоприятные годы преобладала пасмурная погода от 8 до 10 баллов. Но главным фактором, влияющим на оледенение, остаётся изменение температуры воздуха, на которую влияет изменение относительной влажности. При низкой относительной влажности температура воздуха существенно выше, чем при высокой, как в неблагоприятные, так и в благоприятные годы, также число случаев с высокой относительной влажностью в летний период как в неблагоприятные, так и в благоприятные годы намного больше, чем с низкой относительной влажностью. Положительный баланс на леднике Туйыксу наблюдался в восьми случаях с 1972 по 2022 г. В остальные годы он был отрицательным. Ледник интенсивно отступает.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Котляков В.М. Избранные сочинения. В 6 кн. Кн. 4. Льды, любовь и гипотезы. – М.: Наука, 2001. – 368 с.
- [2] Макаревич К.Г., Вилесов Е.Н., Головкова Р.Г. Ледники Тууюксу. – Л.: Гидрометеоздат, 1984. – 172с.
- [3] Макаревич К.Г. Ледники Тууюксу. – Алма-Ата, 1985. – 10 с.
- [4] Тронов М.В. Ледники и климат. – Л.: Гидрометеорологическое издательство, 1966. – 407 с.
- [5] Макаревич К.Г., Пальгов Н.Н., Токмагамбетов Г.А., Вилесов Е.Н. и др. Оледенение Заилийского Алатау. – М., 1969. – 287 с.
- [6] Вилесов Е.Н., Уваров В.Н., Гужавина Е.А. Континентальность климата Казахстана // Тезисы докладов 2-го съезда ГО КазССР. – Алма-Ата: Изд. «Наука», 1985. – С. 33-34.
- [7] Дзердзеевский Б.Л. Общая циркуляция атмосферы и климат. – Москва, 1975. – 285 с.
- [8] Кононова Н.К. Классификация циркуляционных механизмов Северного полушария по Б. Л. Дзердзеевскому. – М., 2009. – 371 с.
- [9] Кононова Н.К. Исследование многолетних колебаний циркуляции атмосферы Северного полушария и их применение в гляциологии // Материалы гляциологических исследований. – М., 2003. – Вып. 95. – С. 45-65.
- [10] Ерисковская Л.А. Метеорологическая характеристика режима ледника Тууюксу // Материалы гляциологических исследований. – М., 2009. – Вып. 107. – С. 130-136.
- [11] Байдал М.Х. Структурный анализ и прогноз колебания климата // Вопросы прикладной климатологии: Труды КазНИГМИ. – М.: Гидрометеоздат, 1970. – Вып. 35. – С. 3-9.
- [12] Байдал М.Х. Комплексный макроциркуляционный метод долгосрочных прогнозов погоды. – Л.: Гидрометиздат, 1961. – 211 с.
- [13] Байдал М.Х. Природа и прогностическая ценность двухлетней цикличности гидрометеорологических явлений // Вопросы синоптических и ледовых прогнозов: Труды КазНИГМИ. – Л.: Гидрометеоздат, 1965. – Вып. 23. – С. 3-8.

[14] Байдал М.Х. Колебания режима ледников в связи с макроциркуляционными эпохами. – М., 1964. – Вып. 10. – С. 112-120.

REFERENCES

- [1] Kotlyakov V.M. Selected works in six books. Book 4. Ice, love and hypotheses. M.: Nauka, 2001. 368 p. (in Russ.).
- [2] Makarevich K.G., Vilesov E.N., Golovkova R.G. Glaciers of Tuyuksu. L.: Hydrometeoizdat, 1984. 172 p. (in Russ.).
- [3] Makarevich K.G. Tuyuksu glaciers. Alma-Ata, 1985. 10 p. (in Russ.).
- [4] Tronov M.V. Glaciers and climate. L.: Hydrometeorological Publishing house, 1966. 407 p. (in Russ.).
- [5] Makarevich K.G., Palgov N.N., Tokmagambetov G.A., Vilesov E.N. et al. Glaciation of the Trans-Ili Alatau. M., 1969. 287 p. (in Russ.).
- [6] Vilesov E.N., Uvarov V.N., Guzhavina E.A. Continentality of the climate of Kazakhstan // Abstracts of the reports of the 2nd Congress of the GO KazSSR. Alma-Ata: Publishing house of science, 1985. P. 33-34 (in Russ.).
- [7] Dzerdzeevsky B.L. General circulation of the atmosphere and climate. Moscow, 1975. 285 p. (in Russ.).
- [8] Kononova N.K. Classification of circulation mechanisms of the Northern hemisphere according to B. L. Dzerdzeevsky. M., 2009. 371 p. (in Russ.).
- [9] Kononova N.K. Investigation of long-term fluctuations in the circulation of the atmosphere of the Northern hemisphere and their application in glaciology // Materials of glaciological research. M., 2003. Issue-95. P. 45-65 (in Russ.).
- [10] Yeriskovskaya L.A. Meteorological characteristics of the Tuyuksu glacier regime // Materials of glaciological studies. M., 2009. Issue 107. P. 130-136 (in Russ.).
- [11] Baydal M.H. Structural analysis and forecast of climate fluctuations // Questions of applied climatology. Proceedings of KazNIGMI. M.: Hydrometeoizdat, 1970. Issue 35. P. 3-9 (in Russ.).
- [12] Baydal M.H. Complex macrocirculatory method of long-term weather forecasts. L.: Gidrometizdat, 1961. 211 p. (in Russ.).
- [13] Baydal M.H. The nature and prognostic value of the two-year cycle of hydrometeorological phenomena // Questions of synoptic and ice forecasts: Proceedings of KazNIGMI. L.: Hydrometeoizdat, 1965. Vol. 23. P. 3-8. (in Russ.).
- [14] Baydal M.H. Fluctuations of the glacier regime in connection with macrocirculatory epochs. M., 1964. Issue 10. P. 112-120 (in Russ.).

Л. А. Ерисковская

Тау криосферасын бақылау зертханасының ғылыми қызметкері («Юнеско аясындағы 2-санатты Орталық Азия аймақтық гляциологиялық орталығы» ЖШС, Алматы, Қазақстан)

ТҰЙЫҚСУ МҰЗДЫҒЫНДА КЛИМАТТЫҚ ЖАҒДАЙЛАРДЫҢ ӨЗГЕРУІ

Аннотация. Мақалада орташа айлық негізгі метеорологиялық элементтер қарастырылады: Тұйықсу мұздығы гляциологиялық стационарының деректері бойынша 1972-2022 жж. кезеңіндегі қолайлы және қолайсыз жылдарға ауа температурасы, салыстырмалы ылғалдық, жалпы бұлттылық 0-3 (анық) және от 8-10 балл (бұлтты), желдің жылдамдығы, күн сәулесінің ұзақтығы, жайын-шашынның айлық мөлшері.

Түйін сөздер: ауа температурасы, салыстырмалы ылғалдылық, желдің жылдамдығы, күн сәулесінің ұзақтығы, жауын-шашынның айлық мөлшері.

L. A. Yeriskovskaya

Researcher of the Laboratory of Monitoring of the mountain Cryosphere («Central Asian Regional Glaciological Centre (category 2) under the auspices of UNESCO» LLP, Almaty, Kazakhstan)

CHANGES IN CLIMATIC CONDITIONS ON THE TUYIKSU GLACIER

Abstract. The article discusses the main meteorological elements of the average monthly: air temperature, relative humidity, total cloud cover from 0-3 (clear) and from 8-10 points (cloudy), wind speed, duration of sunshine, monthly precipitation according to the glaciological hospital of the Tuyuksu glacier for the period 1972-2022 in favorable and unfavorable years.

Keywords: air temperature, relative humidity, wind speed, duration of sunshine, monthly precipitation.

Климатология және метеорология

Климатология и метеорология

Climatology and meteorology

<https://doi.org/10.55764/2957-9856/2023-2-34-47.10>

МРНТИ 87.17.91

Г. А. Медеуова¹, А. С. Мадиебеков², Ш. Е. Турашов³

¹ Метеорология және гидрология кафедрасының магистранты

(Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан)

² Гидрохимия және экологиялық токсикология зертханасының жетекшісі

(«География және су қауіпсіздігі институты» АҚ, Алматы, Қазақстан)

³ Метеорологиялық зерттеулер мен есептеулер басқармасының жетекші ғылыми қызметкері

(«Қазгидромет» РМҚ, Астана, Қазақстан)

ӘРТҮРЛІ СИНОПТИКАЛЫҚ ЖАҒДАЙЛАРДА АЛМАТЫ ҚАЛАСЫНЫҢ АУАСЫНЫҢ ЛАСТАНУЫ

Аннотация. Мақалада Алматы қаласы ауа бассейнінің ластануының метеорологиялық элементтер мен синоптикалық жағдайларға тәуелділігі зерттелген. Зерттеу барысында метеорологиялық сипаттамаларға және қаланың атмосфералық ауасының ластану параметрлеріне талдау жүргізілді. Атмосфераның ластану деңгейін бағалау критерийі рұқсат етілген шекті концентрация (ШРК) болып табылады. Жалпы қала бойынша атмосфералық ауаның ластануын сипаттау интегралдық көрсеткіші «Р» параметрін (автоматты) қолдану арқылы жүзеге асырылды. Жұмыста қоршаған ортаның жай-күйін бақылау жөніндегі мемлекеттік қызметке жататын атмосфералық ауаның жай-күйіне бақылау деректері зерттеледі. Сондай-ақ жұмыс барысында метеорологиялық параметрлердің мұрағаттық деректері, атмосфералық радиозондылық мәліметтер, 2018-2022 жылдар аралығындағы Алматы қаласының жер бетіндегі ауа райы карталары зерттелді.

Түйін сөздер: «Р» параметрі, шекті мүмкін концентрация (ШМК), атмосфералық циркуляция, циклон, антициклон, метеорологиялық көрсеткіштер.

Кіріспе. Ірі қалалардағы ауаның ластану мәселесі қазіргі таңда өзекті тақырып болып саналады. Алматы қаласы үшін де ауа бассейнінің экологиялық жағдайының нашарлауы ерекше маңызға ие. Алматы – Қазақстанның ірі мегаполисі, республикалық маңызы бар ғылыми және өнеркәсіптік орталық, Қазақстанның оңтүстік-шығысындағы ірі көлік торабы. Осыған байланысты, Алматы қаласының соңғы жылдардағы ластану деңгейін бағалау үшін ауадағы зиянды концентрациялар шамасының мәнін білу қажет. Нәтижесінде, зиянды қоспалардың ауадағы шығарылымын азайту немесе жоспарлау жұмыстарын атқаруға мүмкіндік береді. Сондықтан, ауа сапасының нашарлауы зерттеліп отырған аймақтың климаттық, физико-географиялық, метеорологиялық, орографиялық ерекшеліктерін зерттей отырып анықталуы керек. Аталған көрсеткіштер ауа бассейнінің экологиялық сапасын арттыру үшін тиімді жұмыстарды жүргізуге мүмкіндік жасайды. Қалалардағы ауаның ластану дәрежесі «Р» параметрі арқылы сипатталады [1-5].

Мақалада 2018-2022 жылдар аралығындағы «Р» параметрінің маусымдық таралуы, Алматы қаласына тән типтік синоптикалық процестердің мезгілдік қайталанушылығы және қаланың ауасында зиянды қоспалардың жиналуына ықпал ететін синоптикалық жағдайлардың үлесі қарастырылды. Сонымен қатар, атмосфералық ластану параметрлерінің төмен, көтеріңкі, жоғары және өте жоғары деңгейлері анықталды.

Зерттеудің материалдары мен әдістері. 2018-2022 жылдардың материалдары негізінде Алматы қаласындағы атмосфералық ауаның ластану жағдайын бағалау үшін уақыт бойынша және

әртүрлі ауа райы жағдайында қаладағы ауаның ластануының жалпы сипаттамасы алынады. Алматы қаласында синоптикалық процестердің сипаттамалық топтары барикалық түзілістердің географиялық шығу тегі мен траекториясын ескере отырып, 2018-2022 жылдар аралығында нақтыланды, бұл синоптикалық жағдайларды анықтауға мүмкіндік береді және атмосфералық ауаның ластану деңгейіне метеорологиялық сипаттамалардың әсер ету дәрежесінің қатынасын көрсетеді. Алматыдағы атмосфералық ауаның ластануына синоптикалық тұрғыдан тұжырымдалған түсініктемелер жасалады.

Қазіргі кездегі көптеген зерттеу жұмыстарында атмосфералық ауаның ластануы антропогендік әрекеттер ретінде қарастырылады. Атап айтқанда, Байматова Н., Керімрай А., Кенессов Б. Н., Асанов Д. А., еңбектерінде үлкен қалалардың өндіріс шығарындыларымен және автокөліктер санының артуымен атмосфералық ауаның ластану тенденциясы зерттеліп, оның адам денсаулығына зияны жайлы егжей-тегжейлі зерттелген [6-9].

Закарин Е., Бакланов А., Балакай Л. ауа райының тұрақсыздығы жағдайында Алматы қаласының атмосфералық ауаның ластану проблемасын қарастырған. Талдау үшін күрделі WRF-Chem моделі пайдаланылып, атмосфералық айналымды және әртүрлі ластанушы заттардың химиялық түрленуін ескере отырып, жоғары тасымалдауды да модельдеуге мүмкіндік беретінін көрсеткен [10].

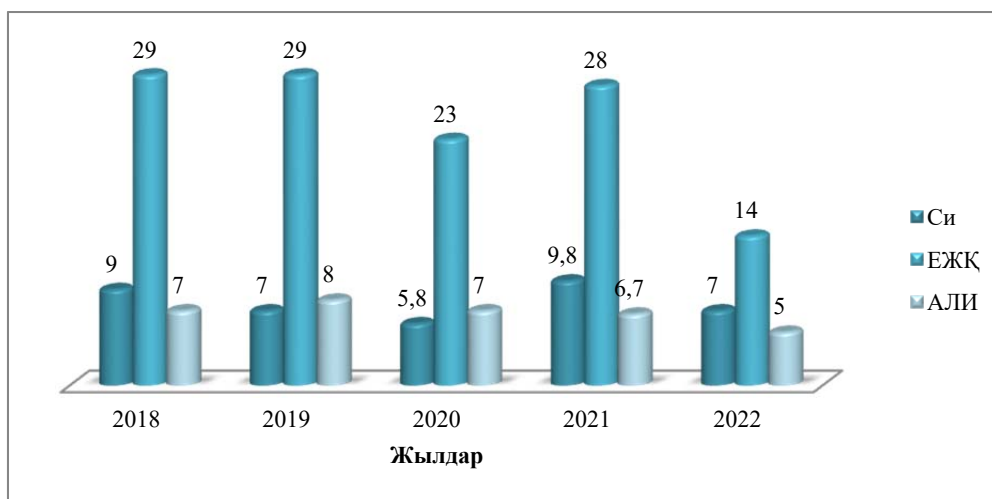
Жайлаубеков Е., Беркінбаев Ғ., Яковлева Н. және Асқаров С. «Алматы қаласының атмосфералық ауаның сапасына автомобиль көлігі шығарындыларының әсері және проблеманы шешу жолдары» атты мақаласында 2022 жылдың 5-9 қаңтары аралығында коменданттық сағат режимінің енгізілуіне байланысты көлік қозғалысы шектеліп, осы кезеңде тіркелген автокөліктердің 20-30 пайызы ғана пайдаланылған кездегі қаладағы атмосфералық ауаның ластануына автокөлік шығарындыларының рөлі мен әсеріне баға берілген [11].

Ал А. С. Мадиевтің «Алматы қаласының ауаның сапасын бағалау» жұмысында Алматы қаласының ауа бассейнінің ұзақ мерзімді кезеңдегі ластану деңгейін бағалау жүргізілен. Бағалау АЛИ деректерінің негізінде жасалып, динамикасы, сондай-ақ ауаның ластануына әсер ететін негізгі себептер қарастырылған. Негізгі ластанушы заттардың өзгеру динамикасы көрсетілген [12].

Дегенмен, ауаға түскен шығарындылардың атмосферада жиылуына немесе сейілуіне жағдай жасайтын атмосфералық циркуляциялардың, яғни синоптикалық процестердің ықпалы зор болып саналады.

Ең бірінші, «Қазгидромет» РМК орталығынан алынған мәліметтерге сүйене отырып, ауа ластану параметрлерімен жұмыс жүргізілді.

Соңғы бес жыл ішінде ауаның ластану деңгейі келесідей өзгерді (1-сурет):



1-сурет – 2018-2022 жж. ауа ластану деңгейлері

Кестеден көріп отырғанымыздай, 2018-2021жж. ластану деңгейі жоғары, 2022 – көтеріңкі болып бақыланды. Қалқыма бөлшектерімен ластануы, негізінен жылу энергетикасы кәсіпорындарының шығарындыларының әсерімен және жеке сектордың жылыту процесімен бірге жүретін қысқы маусымға тән [13].

Мәліметтер қорымен жұмыс істеу процесінде, бірінші кезеңде Р параметрінің мәні есептелді.

«Р» параметрі дегеніміз – жалпы қаланың орташа мәнге қатысты жоғары болған концентрациялар санының тәулік ішіндегі өлшеу санына қатынасы. Ол келесі теңдеумен табылады:

$$P = \frac{m}{n},$$

мұндағы Р – атмосфераның ластануының интегралдық көрсеткіші; n – барлық стационарлық посттарда бір тәулік ішінде бақылаудың жалпы саны; m – осы тәулік ішінде орташа маусымдық мәннен 1,5 есеге асып кеткен q концентрациясының тіркелген саны ($q > 1,5 q_{opt}$).

Р параметрін әрбір жеке қоспа үшін де, бақыланатын жалпы қоспалар үшін де анықтауға болды. Ол үшін қалада атмосфералық ауаның ластануын стационарлық бақылау пункттерінің саны кемінде 3, ал жекелеген күндердегі бақылаулар саны 20-дан аз емес болуы керек. Бұл көрсеткіш шығарындылардың параметрін есептеуде белгілі дәрежеде нәтижеге қол жеткізуге мүмкіндік береді.

Р параметрінің мәні 0-ден (егер концентрациялардың ешқайсысының мәні $1,5q_{opt}$ аспаған жағдайда) 1-ге (барлық бақыланатын концентрациялардың мәні $1,5q_{opt}$ асқан жағдайда) дейін өзгеруі мүмкін. Болжамдар бүкіл қала бойынша ауаның ластануының күтілетін фондық үш деңгейінің ҚМЖ (қолайсыз метеорологиялық жағдайы) ескеріле отырып жасалады (1-кесте).

1-кесте – Жалпы қала бойынша ауаның болжамды фондық ластану деңгейлерінің кестесі

Параметр Р	Ауаның ластануының фондық деңгейі
≤ 0,26	Төмен деңгей
0,26-0,37	Көтеріңкі деңгей
0,37-0,45	Жоғары деңгей
> 0,45	Өте жоғары деңгей

Алынған мәліметтерді зерттеу барысында 2018-2022 жж аралығында «Р» параметрінің бесжылдық қайталанушылығы қарастырылды (2-кесте, 2-сурет), барлығы 1816 жағдай. Осы қарастырылған 5 жылда ауаның ШМК-дан жоғары болған күндер саны 168 (P > 0,26):

P < 0,26 болған күндер таңдалды (барлығы 1648 жағдай, 91%);

0,26 < P ≤ 0,37 жиілігі шамамен 6% құрады;

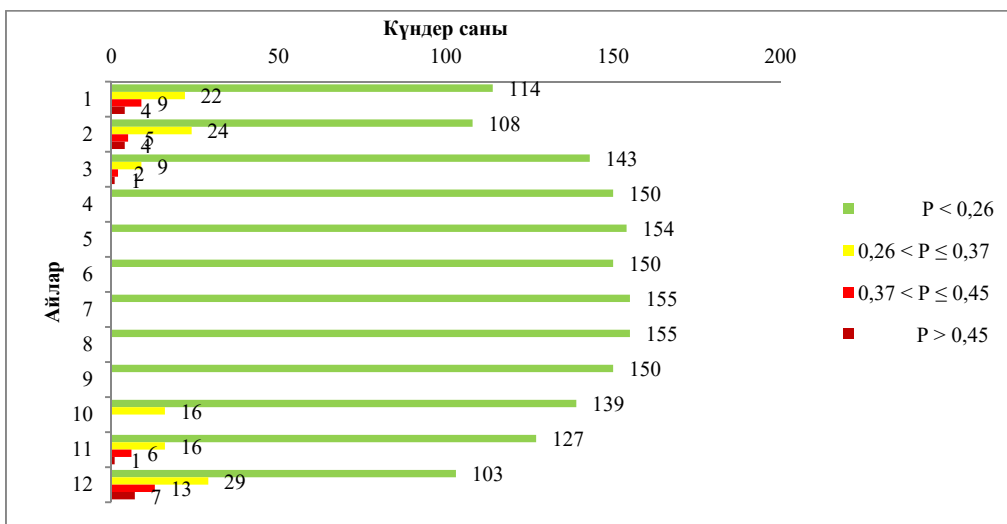
0,37 < P ≤ 0,45 болатын жағдайлар, қайталану мүмкіндігі 2% жуық болды;

P > 0,45 болған жағдайдар 1% құрайды.

2-кесте – 2018-2022 жж. «Р» параметрінің күндер саны

Р критерийлері/Ай	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Жыл	%
P < 0,26	114	108	143	150	154	150	155	150	139	127	103	1648	91	
0,26 < P ≤ 0,37	22	24	9	0	0	0	0	0	0	16	16	29	116	6
0,37 < P ≤ 0,45	9	5	2	0	0	0	0	0	0	6	13	35	2	
P > 0,45	4	4	1	0	0	0	0	0	0	0	1	7	17	1
													1816	100

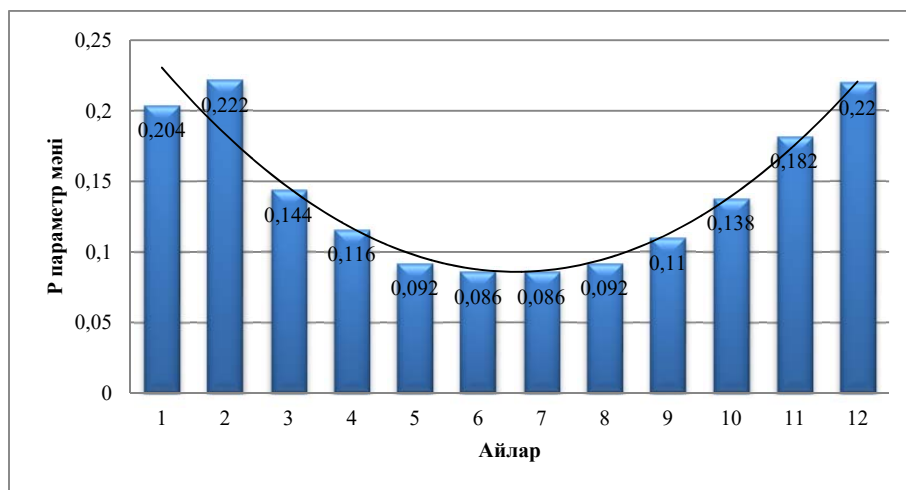
Ауа сапасының бес жылдық орташаланған мәнін есептей отырып маусымдық жүрісінің өзгерісін қарастырдық. Кесте-3 көріп отырғанымыздай, Р параметрінің жылдық өзгерушілігінде максимумы қысқы айларға, ал минимумы жылдың жылы кезеңдеріне сәйкес келіп тұр. Мұны жылдың суық мезгілдерінде қала территориясында басты ластаушы көздердің бірі болып саналатын жылу электр станцияларының іске қосылуымен, және қаланың тау-аңғарлы орынында инверсияның болуымен түсіндіруге болады (3-кесте, 3-сурет).



2-сурет – 2018-2022 жж. «P» параметрінің күндер саны

3-кесте – 2018-2022 жж. «P» параметрінің жылдық жүрісі

Жыл	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
2018	0,14	0,15	0,14	0,12	0,08	0,08	0,08	0,07	0,1	0,12	0,14	0,15
2019	0,12	0,13	0,12	0,09	0,08	0,09	0,09	0,11	0,11	0,2	0,2	0,28
2020	0,25	0,23	0,22	0,09	0,09	0,1	0,09	0,1	0,11	0,06	0,16	0,25
2021	0,28	0,21	0,12	0,11	0,09	0,07	0,09	0,09	0,11	0,17	0,28	0,27
2022	0,23	0,39	0,12	0,17	0,12	0,09	0,08	0,09	0,12	0,14	0,13	0,15
Орташа	0,204	0,222	0,144	0,116	0,092	0,086	0,086	0,092	0,11	0,138	0,182	0,22



3-сурет – 2018-2022 жж. орташа «P» параметрінің мезгілдік жүрісі

Алматының метеорологиялық жағдайлары қаланың Іле Алатауының тау етегінде орналасуына, мұнда тау-алқап циркуляциясының болуымен анықталады. Қаланың орталық бөлігі екі көлбеу жазықтықтың түйіскен жерінде орналасқандықтан, қала аумағы үнемі ауа айналымының ықпалында бола бермейді. Адиабаталық сығылу нәтижесінде қызған тау ауасының ағыны жер бетіне іргелес жатқан суық қабаттардың үстінен ағып, радиациялық салқындау арқылы суытылады. Осылайша, қыста ұзақ уақыт сақталатын беттік температура инверсиясы қалыптасады. Осыған байланысты Алматы қаласына әлсіз желдер тән болып келеді, штиль жиілігі жылына орта есеппен 25%

құрайды. Төменгі қабатта автокөліктердің пайдаланылған газдары, қазандықтардан, өндірістік нысандардан және т.б. шығарылатын зиянды заттар жиналады.

Метеорологиялық жағдайлар атмосферадағы зиянды қоспалардың тасымалдануына, шашырауына және сейілуіне маңызды рөл атқарады.

Әсіресе, қоспалардың ауада жиылуы мен шашырауы жел режимі мен температураға, және температураның стратификациясына байланысты [14].

Желдің бағыты. Қала ауасының ластануына желдің бағыты тікелей әсер етеді. Зиянды қоспалар концентрацияларының артуы өндірістік нысандар орналасқан бағыттан жел соққан жағдайда қалыптасады.

Алматы қаласында (Каменское плато МС) 1992-2022 жылдарда әр айдағы жел бағытының қайталанушылығы құрылды. Алматы ОГМС метеостанциясы соңғы жылдары зәулім үйлермен қоршалып тұрғандықтан, қала маңында орналасқан Каменское плато метеостанциясының көпжылдық мәліметтері қолданылды.

4-кестеден көріп отырғанымыздай, зерттелген жылдар ішінде 16 румбтық бағытта ең жоғары қайталанушылыққа ие: СШ, С, ОБ, ОШ бағыттағы желдер.

4-кесте – 1992-2022 жж. Алматы қ. жел бағытының қайталанушылығы, %

Ай	С	СШ	Ш	ОШ	О	ОБ	Б	СБ	Штиль
Қаңтар	11	6	9	15	24	15	15	6	28
Ақпан	15	6	9	13	21	14	16	8	26
Наурыз	18	8	7	12	20	12	15	9	22
Сәуір	19	8	5	13	23	10	13	10	15
Мамыр	16	8	6	14	26	9	12	9	12
Маусым	13	7	6	17	30	9	11	7	12
Шілде	12	8	6	17	31	10	10	6	12
Тамыз	15	8	7	19	30	8	8	6	13
Қыркүйек	17	8	7	16	27	9	9	7	15
Қазан	16	7	7	16	26	10	10	7	21
Қараша	13	5	9	15	24	13	13	6	26
Желтоқсан	9	5	9	17	25	15	15	6	26
Жыл	14	7	7	15	27	11	12	7	19

Жылдың суық мезгілінде оңтүстік, оңтүстік-шығыс, оңтүстік-батыс, батыс бағыттағы желдер басым және қайталанушылығы 15-27% құрайды. Бірақ, орташа желдің жылдамдығы жоғары емес, орташа жылдамдығы 0,8-1 м/с. Ал штильді күндер қайталанушылығы 22-28%.

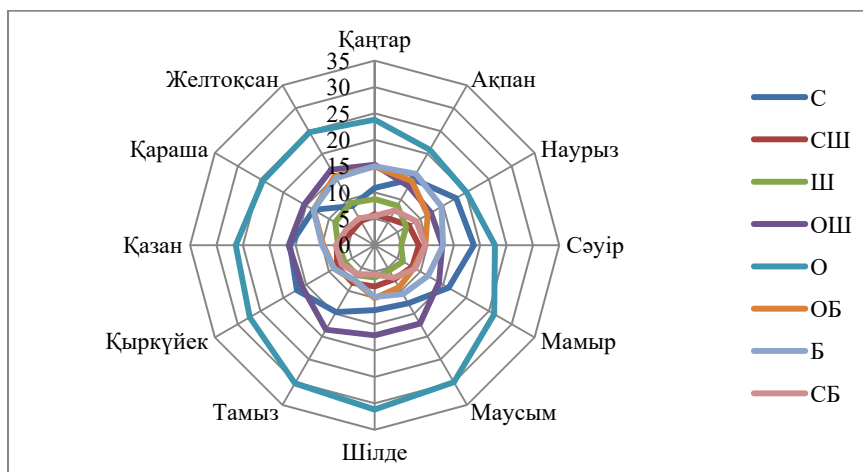
Жылдың көктемгі мезгілінде С,СШ бағыттағы желдер қайталанушылығы біртіндеп төмендейді, сәйкесінше оңтүстік, солтүстік, оңтүстік және оңтүстік-батыс бағыттағы желдер саны өседі (қайталанушылығы 26% дейін). Орташа желдің жылдамдығы 1-1,2 м/с, штильді күндер қайталанушылығы 12-15%.

Жазда желдің бағыты ОШ, О бағыттағы желдің қайталанушылығы басым болған (17-31%). Орташа желдің жылдамдығы 1,1-1,2 м/с, штильді күндер қайталанушылығы 12-13%.

Күзгі айларда ОБ, О, ОШ бағыттағы желдер қайталанушылығы 25%-ға дейін өскен. Орташа желдің жылдамдығы 0,8-0,9 м/с, штильді күндер қайталанушылығы 21-26%.

Жоғарыда айтылған мәліметтер жел раушаны түрінде төмендегі суреттерден көруге болады (4-сурет).

Жел жылдамдығы. Әлсіз жел кезінде төмен және бос көздерден шығарындылар ауаның беткі қабаттарында жиналады, осылайша қалаларда қоспалардың ең жоғары концентрациясы байқалады. Ауаның ластануы да ауаның сапасына өте жағымсыз әсер етеді, ол жер бетіндегі температура инверсияларының қатысуымен желдің төмен жылдамдығында қалыптасады. Ластаушы заттардың нормаланған концентрациясының жоғарылауы 4-5 м/с жылдамдықпен жүреді. Ластаушы заттардың беттік концентрациясының айтарлықтай төмендеуі ≥ 6 м/с жылдамдықта байқалады.



4-сурет – 1992-2022 жж. жел бағытының қайталанушылығы

Алматыда тыныш желді күндердің жиілігі айқын маусымдық сызбаға бағынады, ең жоғары үлесі қазаннан қаңтарға дейінгі кезеңде (66-78%) болды [15]. Орташа айлық жылдамдық – 1 м/с. Келесі 5-кестеде Алматы қаласының 1992-2022 жылдар аралығындағы орташа желдің жылдамдығы келтірілген.

5-кесте – 1992-2022 жылдар аралығындағы Алматы қ. бойынша орташа желдің жылдамдығы

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Жыл
0,8	0,8	1,0	1,2	1,2	1,1	1,2	1,1	1,0	0,9	0,8	0,8	1,0

Ауа температурасы. Алматы қаласында қыс бірқалыпты суық, салыстырмалы түрде қысқа, тыныш ауа-райы басым болады. Жылдың басқа маусымдарына қарағанда бұлттылық басым. Орташа тәуліктік температурасы 0°C төмен күндер саны 110-120 күн. Алматы қаласына тән жылымық күндер – жылына орташа 25-60 күнді құрайды.

Алматы қаласында көктем ауа температурасы оң таңбалы болғанда, наурыздың екінші декадасынан басталады. Алматы қаласы үшін көктем температураның қарқынды өсуімен және суықтың қайта енуімен сипатталады.

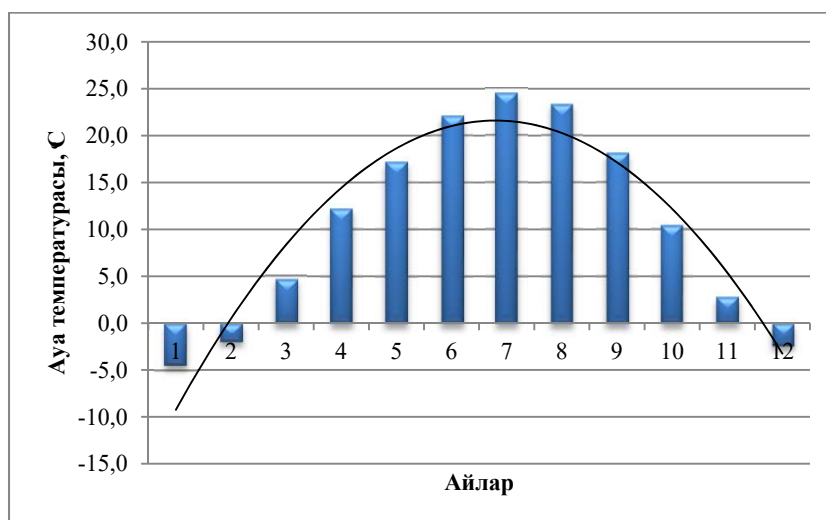
Жазғы айлар Алматыда орташа тәуліктік ауа температурасы 15°C жоғары тұрақты күндермен сақталады, әдетте ұзақтығы 4-4,5 айға созылады. Жазда бұлттылық шамалы, бірақ кей күндері желдің біршама белсенділігі артады, дегенмен жазғы айларда да әлсіз желді күндер басым.

Күзгі айлардың басында Алматыда жылы, ашық ауа-райы жалғасады. Ал қараша айының екінші жартысында ауа температурасының теріс мәнге ауысуы тіркеледі.

1992-2022 жылдар аралығындағы орташа ауа температурасының маусымдық жүрісін 5-суреттен көруге болады.

Атмосфералық құбылыстар. Ауадағы зиянды қоспалардың шашырауы мен жиылуына ықпал етуші факторлардың бірі атмосфералық құбылыстар болып табылады. Конвективті бұлттылық дамып, жауын-шашынды ауа-райы қалыптасқан мерзімде турбуленттілік күші артып, атмосферадағы ластанушы концентрациялардың сейілуіне тікелей әсер етеді, керісінше жауын-шашынсыз, тымырық ауа-райында (тұман, әлсіз тұман, штиль) ластану индексі де жоғары. Төменде келтірілген 6-кестеде Алматы қаласында тіркелген көпжылдық орташаланған атмосфералық құбылыстардың күндері келтірілді.

Кестеде келтірілген атмосфералық құбылыстардың ішінде ауа ластану деңгейіне бірден-бір ықпал етуші фактор болып тұман саналады. Тұман – негізінен ауадағы температура айырмашылығына байланысты қалыптасатын метеорологиялық құбылыс және ауаның ластануы тұманды тудырады деп айту қате болар еді. Дегенмен, тұман болатын аймақта ауа сапасы нашар болады. Егер тұманмен ауа сапасы төмен болса, яғни ластанған ауа тұманмен қатар байқалса, онда тұман ауаның ластануының артуына ықпал етеді.

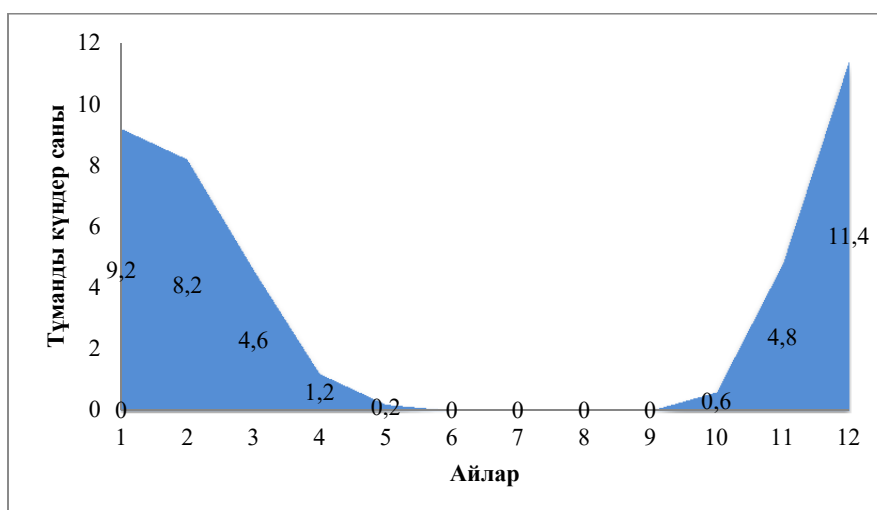


5-сурет – 1992-2022 жж. орташа ауа температурасының жылдық жүрісі

6-кесте – Алматы қаласында 1992-2022 жж. атмосфералық құбылыстармен күндер саны

Құбылыстар	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Жыл
Жауын-шашын	15	18	19	16	15,2	15	15	10,1	9,1	10,2	14	17	175
Тұман	6	6	5	1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,2	1	5	8	33
Әлсіз тұман	0	0	0,1	0	0,3	0,2	0,3	0,2	1	0	0,1	0	2
Найзағай	0	0,1	0,4	2	6	8	9	5	1	0,3	0,1	0,1	32
Боран	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0,1
Шанды боран	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0,2

Осы орайда, зерттеліп отырған аймақта тұманның мезгілдік жүрісін қарастыру маңызды болып табылады (6-сурет).

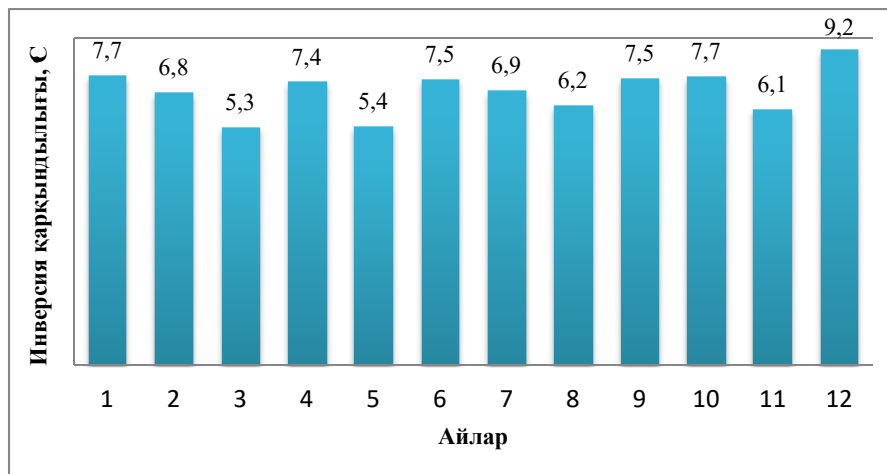


6-сурет – 1992-2022 жж. Алматы қаласында тұманды күндердің орташаланған жылдық жүрісі

Көпжылдық мәліметтер бойынша, 6-суреттен қала аймағында тұманды күндердің қайталанушылығы жылдың жылы мерзіміне қарағанда суық кезеңдерінде жоғары екенін көруге болады. Егер Алматы қаласындағы ауа ластану деңгейінің жылдың суық кезінде артатынын ескерсек, онда тұманның оған қосатын үлесін де қосымша фактор ретінде санауға болады.

Аэрологиялық жағдайы. Атмосфераның ластану деңгейіне тұрақты атмосфералық стратификация кезінде байқалатын беттік және биіктік инверсиялар айтарлықтай әсер етеді.

Алматы қаласы бойынша радиозондтық бақылау Алматы АМС-да жүргізіледі. Аэрологиялық станцияның мәліметі бойынша 2022 жылғы инверсия қабатының қарқындылығының уақыттық жүрісі қарастырылды. 7-суреттен, Алматы қаласында инверсия қабатының жылдық жүріске тәуелді емес екенін көруге болады. Бұл факторды қаланың орографиялық ерекшелігімен байланыстыруға болады, яғни таулардың аңғарларында орналасқан үлкен қалаларда инверсия қабатының жыл мезгілдеріне тәуелсіз бақылануы қалыпты жағдай деп саналады.



7-сурет – Алматы АМС мәліметі бойынша инверсия қарқындылығының мерзімдік жүрісі, 2022 ж.

Атмосфералық ауаның ластану жағдайында атмосфералық циркуляцияның әсері айтарлықтай әртүрлі.

Орталық Азиядағы негізгі синоптикалық процестерді анықтау мақсатында В. А. Бугаев пен В. А. Джорджио 15 негізгі түрден тұратын класс құрды [16]:

- 1 – Оңтүстік Каспий циклоны;
- 2 – Мурғаб циклоны;
- 3 – Жоғарғы Әмудария циклоны;
- 4 – циклондық кең жылы ағыс;
- 5 – солтүстік-батыс суық енуі;
- 6 – солтүстік суық енуі;
- 7 – суық фронттағы толқындық белсенділік;
- 8 – Орталық Азиядағы отырықшы циклон;
- 9 – антициклонның оңтүстік-батыс перифериясы;
- 9а – антициклонның оңтүстік-шығыс шеткі бөлігі;
- 9б – антициклонның оңтүстік перифериясы;
- 10 – батыс енуі;
- 11 – жаздық термиякалық депрессия;
- 12 – жоғары қысымның төмен градиентті өрісі;
- 13 – төмен қысымның төмен градиентті өрісі;
- 14 – батыс циклоны;
- 15 – сүңгуір циклон.

Синоптикалық процестердің тізімінен анықталғаны бойынша, Алматы қаласында Орталық Азияға тән синоптикалық процесстердің барлығы дерлік бақыланған. Жыл мезгілдеріне қатысты әр процесстің қайталанушылығы әртүрлі.

7-кестеде келтірілгендей, жылдың қысқы бөлігінде барлығы 430 жағдайдың 104 (24%) жағдайында Алматы қаласы жоғары қысымның төмен градиентті өрісінің ықпалында болған (тип XII). Қайталанушылығы бойынша басымдылығы жоғары процесстің келесі түрі – тип IX, бақыланған жағдайлар саны 101, яғни қала территориясы 23% жағдайда антициклонның оңтүстік перифериясының ықпалында болады.

Қарастырылған карталардан анықталғаны, көктемде синоптикалық процесстердің бірі ауыстыруы жылдам, әрі жиі бақыланады және әр процесстің қала аумағында тұрақтау ұзақтығы 2-3 күннен аспайды. Барлық синоптикалық жағдайлардың ішінде қайталанушылығы ең жоғары процеске IX-типті, яғни антициклонның оңтүстік, оңтүстік-шығыс, оңтүстік-батыс перифериясын бақылауға болады (92 жағдай 20%).

Жазғы айларда Алматы қаласында XII (77 жағдай 16%), XIII (62 жағдай 13%), V (58 жағдай 12%) типтегі синоптикалық жағдайлар басым болған.

Жылдың күзгі бөлігінде қала территориясы XII (112 жағдай 25%), IX (689 жағдай 20%), V (65 жағдай 15%) типтегі синоптикалық процесстердің ықпалында болған.

7-кесте – 2018-2022 жж. Алматы қ. территориясында бақыланған синоптикалық жағдайлардың қайталану саны

Син жағдайлар	Қыс		Көктем		Жаз		Күз	
	Саны	%	Саны	%	Саны	%	Саны	%
Тип I	17	4	20	4	23	5	18	4
Тип II	18	4	14	3	25	5	9	2
Тип III	14	3	23	5	40	9	17	4
Тип IV	1	0	0	0	35	7	0	0
Тип V	10	2	63	14	58	12	65	15
Тип VI	10	2	17	4	14	3	11	2
Тип VII	47	11	51	11	48	10	34	8
Тип VIII	0	0	0	0	0	0	0	0
Тип IX	101	23	92	20	35	7	89	20
Тип X	20	5	34	7	15	3	26	6
Тип XI	0	0	0	0	35	7	0	0
Тип XII	104	24	83	18	77	16	112	25
Тип XIII	59	14	40	9	62	13	49	11
Тип XIV	15	3	10	2	0	0	1	0
Тип XV	14	3	9	2	0	0	17	4
Барлығы	430	100	456	100	467	100	448	100

Синоптикалық талдау барысында, келесі түсініктер қалыптасты:

көп жағдайда Алматы қаласы аз градиентті барикалық алқаптың ықпалында болады;

жылдың жылы және салқын кезеңдерінде синоптикалық процесстердің қайталанушылығында айтарлықтай айырмашылық жоқ. Бірақ, Алматы қаласы жылдың суық мезгілінде жоғарғы қысым алабының аз градиентті алқабында, ал жылы мезгілдерде төменгі қысым алабының аз градиентті алқабының ықпалында болады.

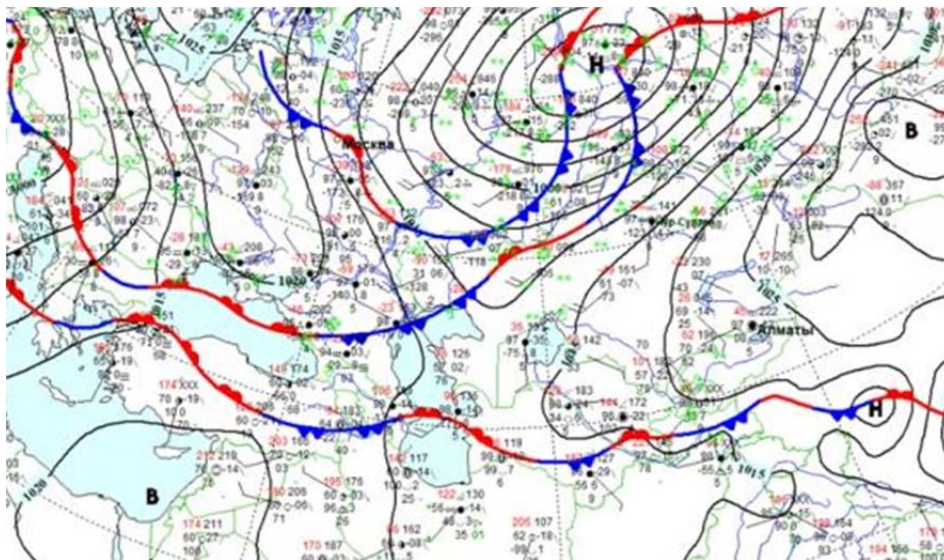
8-кесте – 2018-2022 жж. Алматы қ. бойынша атмосфералық ластану деңгейінің синоптикалық процесстерге тән қайталанушылығы

Синоптикалық процесстер	Қыс			Көктем			Жаз			Күз			Барлығы
	Көтеріңкі	Жоғары	Өте жоғары	Көтеріңкі	Жоғары	Өте жоғары	Көтеріңкі	Жоғары	Өте жоғары	Өте жоғары	Жоғары	Өте жоғары	
Антициклонның оңтүстік-батыс перифериясы	9	2								1			12
Жоғары қысым алабының аз градиентті алқабы	28	17	10	4	1	1				25	5	3	94
Төменгі қысым алабының аз градиентті алқабы	27	4	6	4	1					18	2		62
Циклонның жылы секторы	3	1		1									5
Барлығы	67	24	16	9	2	1	0	0	0	44	7	3	

Жұмыстың орындалу барысында автоматты тіркелген мәліметтерінен «Р» параметрінің дәрежесі көтеріңкі ($P > 0,26$) және одан жоғары болған күндерімен салыстыра отырып, сол жағдайға әсер еткен синоптикалық процесстердің қайталанушылығы анықталды (8-кесте).

Қайталанушылығы ең басым синоптикалық жағдайларға тереңірек тоқталып кетейік.

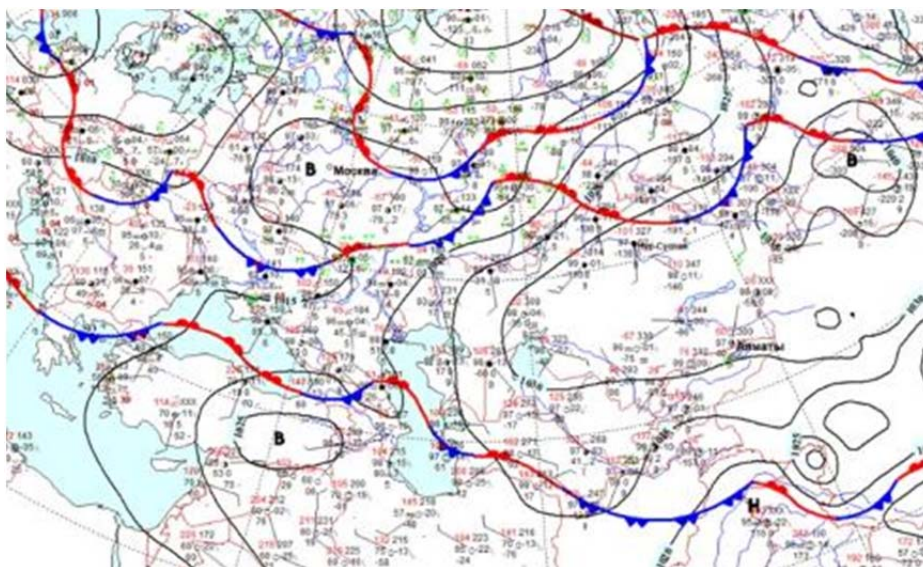
Антициклонның жотасы (антициклонның оңтүстік, оңтүстік-батыс, оңтүстік-шығыс перифериясы), тип IX (8-сурет):



8-сурет – Антициклонның оңтүстік-батыс перифериясы

Көп жағдайда Қазақстанның басым территориясы қысқы мезгілдерде орталығы Монголия немесе Шығыс Сібір үстінде орналасатын Сібір суық антициклонының жотасының ықпалында болады. Біресе күшейіп, біресе әлсіреп тұратын антициклонның ықпалында Қазақстанның оңтүстік-шығыс аудандары қыс мезгілінің басым бөлігін өткізеді, ол күндері облыс аумағында жауын-шашынсыз, әлсіз турбулентті типтегі ауа-райының сипаты байқалса, түнгі және таңертеңгі сағаттарда температуралық инверсияның қалыптасуына, кей кездерде тұманның пайда болуымен қатар жүретін күшті радиациялық салқындау процесстері бақыланады.

Жоғары қысым алабының аз градиентті алқабы (тип XII): Қазақстан мен Орта Азияда Сібір антициклоны мен Ресейдің еуропалық территориясының үстіндегі антициклонды жалғаушы жоғарғы қысып алқабы (9-сурет).



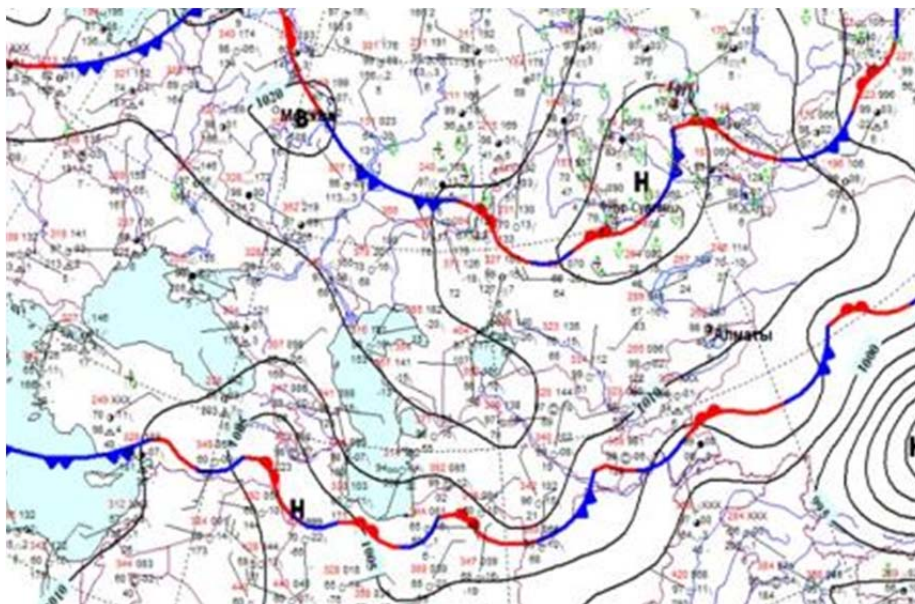
9-сурет – Жоғары қысым алабының аз градиентті алқабы

Жылдың жылы мезгілінде төмен градиентті жоғары қысымды өріс көп жағдайда суық енулерден кейін қалыптасады. Бұл процестің дамуымен суық фронттың артында тұрақты қалыптасқан антициклон болмайды, керісінше, жоғары қысым алабының жотасы таралады немесе батыстан шығысқа қарай көлемі бойынша шағын антициклон жылдам орын ауыстырады.

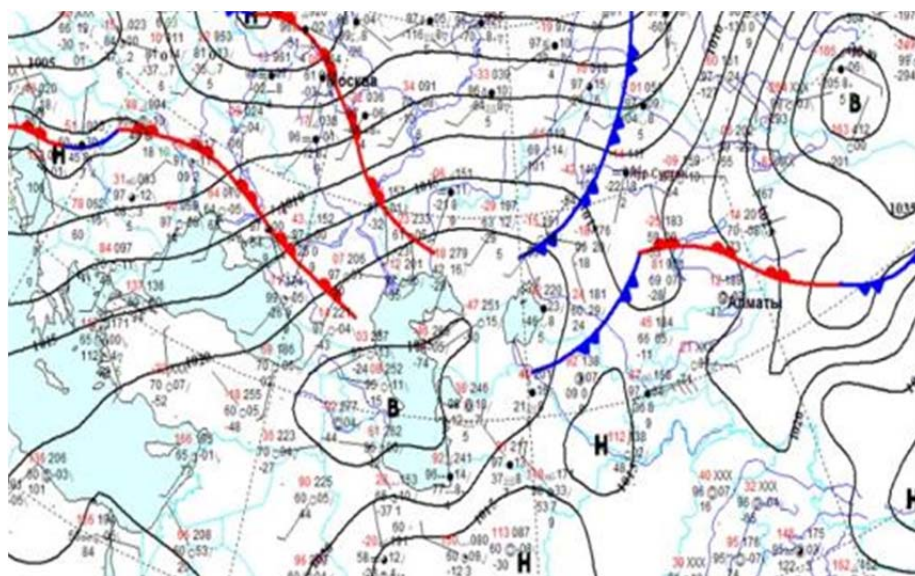
Суық кезеңде мұндай синоптикалық жағдай оңтүстіктен шыққан жылудың кең таралуы кезінде антициклонның оңтүстік, оңтүстік-батыс перифериясы бұзылып, Қазақстанның оңтүстік-шығыс аудандарында жылы, әлсіз жел мен жауын-шашынсыз ауа-райы байқалады.

Төмен қысым алабының аз градиентті алқабы (тип XIII): жылдың суық кезеңдерінде процестің бұл түрі аз жылжымалы циклонның орталығы Оралдың немесе Батыс Сібірдің солтүстігінде орналасып, ал Қазақстан мен Орталық Азияға оның оңтүстік-шығыс бағытта жайылған кең ауқымды жырасы таралғанда қалыптасады. Ал Қазақстанның оңтүстік-шығысында бұлтсыз ашық және желсіз ауа-райы бақыланады.

Жазғы-жылдың ыстық кезеңдерінде Орталық Азия мен Қазақстанның оңтүстік, орталық және оңтүстік-шығыс аудандарында тұрақты, төменгі қысым алабының фронтсыз аймағында термикалық депрессия жағдайы орын алып, ыстық, құрғақ және әлсіз тұманды ауа-райы білінеді (10-сурет).



10-сурет – Төменгі қысым алабының аз градиентті алқабы



11-сурет – Циклоның жылы секторы

Жылы сектор: циклонның орталығы Батыс Сібір аймағында немесе Қазақстанның солтүстік, орталық аудандарында орналасқанда еліміздің оңтүстік-шығыс бөлігі 2-3 күн көлемінде осы циклонның жылы сектор ықпалында болады (11-сурет). Сонымен қатар, мұндай кезеңдерде ауа ластану деңгейі көтеріңкі болады.

Қорытынды. Ауа ластану деңгейі мен синоптикалық процесстердің байланысы өте күрделі. Сондықтан, жоғары атмосфералық ластану деңгейінің қалыптасу себебін зерттеу кезінде метеорологиялық шамалардың жекелеген сипаттамаларын да, олардың комплексті жағдайларын да қарастыру қажет [17].

Осы зерттеу жұмысын аяқтай отырып, келесі қорытындыға келуге болады:

1. Қалада жоғарғы ауа ластануы қалыптасуының синоптикалық жағдайларын талдаудан оның тұрақты синоптикалық жағдайларда ғана жүзеге асырылуы мүмкін екендігі шығады. Тұрақсыз процестер кезінде: барикалық түзілістердің және атмосфералық фронттардың жылдам ығысуы, ауа массаларының өзгеруі кезінде қала ауасындағы қоспалардың үлкен концентрациясы әдетте байқалмайды;

2. Қосымша жағдай ретінде, Алматы қаласының орографиялық жағдайы: оңтүстік – батыстан солтүстік-шығысқа созылып жатқан тау сілемдерінің болуы желсіз күндердің қайталанушылығының артуына, инверсия жағдайының қалыптасуына және толқындық процесстердің қалыптасуына жағдай жасайды;

3. Қалада халық санымен қатар автокөліктердің санының артуы, қарқынды құрылыс алаңдарының көбеюі антропогенді ауа ластануының артуын тудырады;

4. Жалпы ауа ластануының төмен деңгейі суық енулердің әртүрлі жағдайларында, алғашқы күні жауын-шашын түскеннен кейін ауа температурасының вертикальды градиенті суық адиабатты мәнінен төмен болғанда қалыптасады;

5. Қысқы мезгілде ауа ластануының көтеріңкі және жоғары деңгейлері келесі процесстермен байланысты:

а) Солтүстік суық енуі кезінде Сібір антициклонының жотасы Қазақстанның шығыс және оңтүстік-шығыс аудандарына бағытталған;

б) Иран-Пәкістан жерінен жылы әрі құрғақ ауа массасының шығуы.

6. Сібір антициклонының жотасының күшеюі ластанушы қоспалардың атмосфераның жерге жақын қабатында жиналуына жағдай жасайтын инверсияның қарқынды артуына әсер етеді. Сонымен қатар, суық антициклон жотасында желсіз ауа-райы қалыптасып, атмосфералық турбуленттіліктің дамуына және ластанған ауа массасының еркін атмосфераға араласып жайылып кетуіне кедергі келтіреді.

7. Жалпы, ауа ластану деңгейі жазғы айларға қарағанда қысқы айларда көп байқалады, оның себебін жылу жүйесі жұмысының қарқындылығымен және қолайсыз метеорологиялық жағдайлардың қайталанушылығының жиілігімен түсіндіруге болады.

ӘДЕБИЕТ

- [1] Morrison J. Sustainable development. – UK: Profile Books, 2002. – 370 p.
- [2] Электрондық ресурс – <https://newecoklad.ecogofond.kz/2016/kz/polnyj-tekst-doklada>
- [3] Электрондық ресурс – https://el.kz/content-3425_2679
- [4] Шелутко В.А. Экология и гидрометеорология больших городов и промышленных зон. (Россия-Мексика). Т. 1. Анализ окружающей среды. – Санкт-Петербург: РСГМ, 2009. – 180 б.
- [5] Boettger C.M. Air-pollution potential East of the Rocky Mountains-Fall, 1959 // *Bul. amer. Met. soc.* – 1961. – Vol. 42. – P. 615-620.
- [6] Байматова Н. Данные о качестве воздуха в Казахстане. – Носер, 2022.
- [7] Керимрай А. Тенденции и воздействие на здоровье основных загрязнителей городского воздуха в Казахстане // Ассоциация управления воздухом и отходами. – 2019. – С. 1331-1347.
- [8] Кенесов Б.Н. Обнаружение и оценка источников загрязнения воздуха по г. Алматы. ЦФХМА, 2021.
- [9] Асанов Д., Валерий З., Керимрай А. Качество воздуха и промышленные работы в городах Казахстана. – Атмосфера. – Алматы, 2021. – № 12(3). – 314 с.
- [10] Зақарин, Е., Бақланов А., Балақай Л, Дедова Т., Бостанбеков К. Моделирование загрязнения атмосферы города Алматы при неблагоприятных погодных условиях // *Метеорология и гидрология.* – 2021. – С. 88-98.
- [11] Жайлаубеков Э.А., Беркинбаев Г.Д., Яковлева Н.А., Аскаров С.А. Влияние автомобильных выбросов на качество воздуха г. Алматы и пути решения проблемы // *Устойчивые технологии для зеленой экономики.* – 2022. – Вып. 2, № 1. – С. 24-32.

- [12] Мәдибеков А.С. Оценка качества воздуха города Алматы // Материалы международной научной конференции, посвященной 100-летию юбилею академика М. М. Адышева, 22-23 октября 2015 г. «Развитие наук о Земле в Кыргызстане: состояние, проблемы и перспективы». – Бишкек, 2015. – С. 190-197.
- [13] Электрондық ресурс – <https://www.kazhydromet.kz> сайттары
- [14] Лазерева Е.О. Загрязнение атмосферного воздуха Санкт-Петербурга в различных синоптических условиях. – С. 32-33.
- [15] Электрондық ресурс – www.researchgate.net/publication/363570716_Cities_of_Central_Asia_New_hotspots_of_Air_Pollution_in_the_world.
- [16] Инагамова С.И., Мухтаров Т.М., Мухтаров Ш.Т. Особенности синоптических процессов в Средней Азии. – Ташкент, 2002. – С. 19-22.
- [17] Погодаев Б.Я. Некоторые особенности прогнозирования загрязнения атмосферного воздуха во Владивостоке // Тр. ДВНИГМИ. – 1976. – Вып. 40. – С. 53.

REFERENCES

- [1] Morrison J. Sustainable development. UK: Profile Books, 2002. 370 p.
- [2] Electronic resource – <https://newecoklad.ecogofond.kz/2016/kz/polnyj-tekst-doklada>
- [3] Electrondyk resource – https://el.kz/content-3425_2679
- [4] Shelutko V.A. Ecology and hydrometeorology of large cities and industrial zones. (Russia-Mexico): monograph, Vol. 1. Analysis of the environment. St. Petersburg: RSGM, 2009. 180 p. (in Russ.).
- [5] Boettger C.M. Air-pollution potential East of the Rocky Mountains-Fall, 1959 // Bul. amer. Met. soc. 1961. Vol. 42. P. 615-620.
- [6] Baimatova N. Kazakhstandagy aua sapasy turaly darister. Downpour, 2022 (in Russ.).
- [7] Kerimrai A. Kazakhstandagy negizgi kalalyk auany lastaushy zattardyn tendencies men densaulykkа aseri // Journal of the air and Waste Management Association, 2019. P. 1331-1347 (in Russ.).
- [8] Kenessov B.N. Almaty boyinsha aua lastaushy kozderin anyktau zhane dengeyin bagalau // CFHMA. 2021 (in Russ.).
- [9] Asanov D., Valeriy Z. Kerimrai A. Kazakhstan kalalaryndagy aua sapasy zhane onerkasiptik shygaryndylar // Atmosphere. 2021. No. 12(3). P. 314 (in Russ.).
- [10] Zakarin E., Baklanov Alexander, Balakay L, Dedova Tatyana, Bostanbekov Kairat. Simulation of Air Pollution in Almaty City under Adverse Weather Conditions // Meteorology and Hydrology. 2021. P. 88-98 (in Russ.).
- [11] Jailaybekov Y.A., Berkinbayev G.D., Yakovleva N.A., Askarov S.A. Influence of the motor transport emissions on the atmospheric air quality in the city of Almaty and ways of the problem' solution // Sustainable Technologies for Green Economy. 2022. Vol. 2, No. 1. P. 24-32 (in Russ.).
- [12] Madibekov A.S. Assessment of air quality in the city of Almaty. / Materials of the International Scientific Conference dedicated to the 100th anniversary of Academician M. M. Adyshev, October 22-23, 2015 "Development of Earth sciences in Kyrgyzstan: state, problems and prospects". Bishkek, 2015. P. 190-197 (in Russ.).
- [13] Electronic resource – <https://www.kazhydromet.kz> sites
- [14] Lazereva E.O. Atmospheric air pollution in St. Petersburg in various synoptic situations. P. 32-33 (in Russ.).
- [15] Electronic resource – www.researchgate.net/publication/363570716_Cities_of_Central_Asia_New_Hotspots_of_Air_Pollution_in_the_World.
- [16] Inagamova S.I., Mukhtarov T.M., Mukhtarov Sh.T. Features of synoptic processes of central Asia. Tashkent, 2002. P. 19-22 (in Russ.).
- [17] Pogodaev B.Ya. Some features of atmospheric air pollution forecasting in Vladivostok // Tr. DVNIGMI. 1976. Issue 53. P. 40 (in Russ.).

Г. А. Медеуова¹, А. С. Мадибеков², Ш. Е. Турашов³

¹ Магистрант кафедры метеорологии и гидрологии
(Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан)

² Руководитель лаборатории гидрохимии и экологической токсикологии
(АО «Институт географии и водной безопасности», Алматы, Казахстан)

³ Ведущий научный сотрудник отдела метеорологических исследований и расчетов
(РГП «Казгидромет», Астана, Казахстан)

ЗАГРЯЗНЕНИЕ ВОЗДУХА ГОРОДА АЛМАТЫ В РАЗНЫХ СИНОПТИЧЕСКИХ СИТУАЦИЯХ

Аннотация. Рассматривается зависимость загрязнения атмосферного воздуха города Алматы от метеорологических элементов и синоптических условий. Проведен анализ метеорологических характеристик и параметров загрязнения атмосферного воздуха города. Критерием оценки уровня загрязнения атмосферы является предельно допустимая концентрация (ПДК). Характеристика загрязнения атмосферного воздуха по городу проводилась по параметру «Р» (автоматический). Исследованы данные мониторинга состояния атмосферного воздуха, принадлежащие государственной службе по мониторингу состояния окружающей среды.

Исучены архивные данные метеопараметров, данные атмосферного радиозондирования, погодные карты города Алматы за 2018-2022 гг.

Ключевые слова: параметр «Р», предельно допустимая концентрация (ПДК), атмосферная циркуляция, циклон, антициклон, метеопоказатели.

G. A. Medeuova¹, A. S. Madibekov², Sh. Ye. Turashov³

¹ Master student of Meteorology and hydrology chair
(Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan)

² Head of laboratory of hydrochemistry and ecological toxicology
(JSC «Institute of geography and water security», Almaty, Kazakhstan)

³ Leading Researcher, Department of meteorological research and calculations
(RSE "Kazgidromet", Astana, Kazakhstan)

AIR POLLUTION IN THE CITY OF ALMATY IN DIFFERENT SYNOPTICAL SITUATIONS

Abstract. The article considers the dependence of atmospheric air pollution in the city of Almaty on meteorological elements and synoptic conditions. In the course of the study, the analysis of meteorological characteristics and parameters of atmospheric air pollution in the city was carried out; The criterion for assessing the level of air pollution is the maximum permissible concentration (MAC); Characterization of atmospheric air pollution in the city was carried out according to the parameter "P" (automatic). The paper examines the data of monitoring the state of atmospheric air, belonging to the state service for monitoring the state of the environment. Also, in the course of the work, archival data of meteorological parameters, atmospheric radio sounding data, weather maps of the city of Almaty for the period 2018-2022 were studied.

Keywords: parameter "P", maximum allowable concentration (MAC), atmospheric circulation, cyclone, anti-cyclone, meteorological parameters.

Табиғатты ұтымды пайдалану *Рациональное природопользование* *Environmental management*

<https://doi.org/10.55764/2957-9856/2023-2-48-59.11>

IRSTI 87.31.91; 87.51.15

T. P. Kalikhman

Doctor of geography, leading researcher
(V. B. Sochava Institute of Geography SB RAS, Irkutsk, Russia)

REVIEW OF THE CURRENT STATE OF TERRITORIAL NATURE PROTECTION IN SIBERIA AND MONGOLIA

Abstract. The large-area intracontinental territory discussed in the article has similarities of physical-geographical and socio-demographic parameters, as well as the attitude to them as «resource colonies». The Siberian and Mongolian parts differ significantly politically, which affects the institutional and managerial characteristics and the formation of territorial nature protection, which is implemented in the activities of specially protected natural areas. The analysis of the existing systems of protected areas of Siberia and Mongolia, their structure, legislative bases is given. Maps of protected areas have been compiled, demonstrating their distribution in Mongolia and Siberia, based on statistical data as of 2021, previously published author's thematic atlases and field studies for the period 1999-2022. An aspect that brings the systems closer together is shown – the presence and planning of interstate transboundary protected natural territories. The conclusion is made about the existing more effective system of Mongolian protected areas.

Keywords: legislation, specially protected natural areas, structure of territorial nature protection, management.

Introduction. The economic situation of the territories under consideration is currently significantly different: there has been a rapid growth in production in Mongolia over the past two decades, and in Russia, extensive industrial development ended three decades ago (with the exception of the little controlled expansion of the logging area and the construction of the Boguchanskaya HPP). The initial conditions for the development of these macro-regions were largely similar. The accession of Siberia to the Russian state, called “internal colonization”, was very accurately determined at the end of the 19th century by N.M. Yadrintsev in the book «Siberia as a colony. To the Anniversary of the Tercentenary», in its very title, which provided the basis for understanding the environmental policy of Russia from the end of the 17th century to our time [1]. Mongolia has also been considered for more than a hundred years as a resource colony of two powerful states, between which it is geographically sandwiched [2, 3]. Siberia and Mongolia are similar in their inland location, climate, landscapes, mineral deposits and methods of their development, low density and population, mainly concentrated in cities.

Territorial nature protection is usually associated with the activities of specially protected natural areas (PAs) in Russia and Mongolia. In both countries, the activities of protected natural areas are recognized as the most effective type of territorial nature protection for the conservation, maintenance and restoration of the natural environment in specially designated areas with a significant restriction on the use of natural resources [4]. Countries have adopted laws that ensure both the effectiveness of the environmental regime and the admissibility and control of permitted types of nature use in protected areas. Identification of differences in the organization of systems of protected natural areas is the main content of the work.

The purpose of the study is to analyze the activities of protected areas in Siberia and Mongolia by consistently comparing the institutional (legislative and managerial) and structural framework.

Institutional Foundations. The long period of existence of the Soviet Union and the Mongolian People's Republic in a single political channel led to the fact that in modern Russia and Mongolia, at the initial stage, the fundamentals of legislation regarding the use and protection of lands and the activities of protected areas turned out to be similar in many respects and were adopted almost simultaneously in the mid-1990s. The first comparative review of the updated environmental legal framework in Russia and Mongolia was carried out in 2000 [5]. Over the past two decades, the development paths of countries have begun to diverge noticeably, which has affected the content of existing legislative acts and determined the emergence of a number of distinct features in the analyzed systems of PAs.

Land laws. Russia has a «Land Code» and Mongolia has a law «On Land». It should be noted that the Russian code is much more voluminous and more difficult to apply, since it has been regularly amended since its inception. The land law of Mongolia is noticeably shorter, stricter in structure, and the changes being made relate only to taxation, the inseparability of land plots and buildings located on them. In the law of Mongolia, the so-called «Unified Land Fund» includes several types of land, including «land for special purposes», which include the lands of protected areas. To create a protected area, by its decision «The Great Khural ... can withdraw and release land for the special needs of the state». The central administrative authority for land issues has the authority to submit proposals to the Government for the acquisition or transfer of a land plot for the creation of protected areas. If, during the creation of a new protected area, it turns out that the lands do not belong to the state, then «regions, the capital of the country, soums and districts can purchase land for local special needs» in the field of nature protection, with payment of compensation to the owner. The law permits foreign organizations and companies to temporarily use the lands of Mongolia. For example, the Mongolian Environmental Protection Association (a public organization) carried out the initial stage of restoration of a limited population of the disappeared Przewalski's horse (*Equus ferus przewalskii* Groves, 1986) with foreign funds in the late 1960s in Mongolia. Subsequently, a nature reserve was created on this site in 1993, and later, since 2003, the Khustai Nuruu National Park, managed by the non-governmental organization Hustai National Park Trust [6]. In Russia, such experiments were possible only in the 1990s, for example, in Yakutia - the resource reserve «Charuoda (WWF-Sakha)» (1997), from the name of which it is clear which public organization took part in its creation.

The Russian Land Code declares «the priority of protecting the land as the most important component of the environment ... before using the land», but in practice the priority is often not respected. For example, when designing a new protected area, first of all, the presence of explored mineral deposits is analyzed, which often slows down or completely eliminates environmental tasks. In addition, the «priority of conservation of especially valuable lands and lands of specially protected territories is formally established, according to which the change of the designated purpose ... of lands of specially protected natural territories and objects ... for other purposes is limited or prohibited», which is also often not observed in practice. The most striking example was the introduction of a special article into the federal law on protected areas, when lands for the 2014 Winter Olympics in Sochi were withdrawn from the Sochi National Park. For Siberia, in violation of the spirit of the law on protected areas, a clause was also introduced on the obligation to change the boundaries of protected areas of any status in the event of the expansion of the Baikal-Amur and Trans-Siberian railways. In the Russian Land Code, in the general list of land categories, «PAs lands» are also listed, and it also provides for «land reservation» and «involuntary land acquisition» for various state needs, including the creation of PAs. In reality, land reservation for protected areas does not occur, although it is resorted to, for example, during the construction of various structures. The lands under the jurisdiction of nature reserves and national parks are withdrawn from circulation; lands of other categories of protected areas – «restricted for withdrawal». It is important to note that most of the lands within the boundaries of part of the categories of Russian Protected areas (reserve, natural parks, etc.) do not belong to the «lands of specially protected natural areas», they are mainly represented by «lands of the forest fund» and less often «agricultural lands», which often leads to obvious legal conflicts. State or municipally owned lands are provided for permanent (unlimited) use exclusively to state authorities and local governments, as well as state and municipal institutions (budgetary, state, autonomous), in charge of protected areas. Lands can be withdrawn on the basis of a decision to create or expand protected areas. Separately, restrictions on land rights can be applied in the case of established special conditions for protecting the environment, including flora and fauna, natural monuments, preserving the fertile soil layer, natural habitat, and migration routes for wild animals. There

are also «especially valuable» lands, within which there are natural objects of special scientific, historical and cultural value (typical or rare landscapes, cultural landscapes, communities of plant and animal organisms, rare geological formations); the owners, land users, landowners and tenants of such plots are responsible for their conservation. Regardless of the category of land, «zones with special conditions for the use of territories» can be established, for example, protected areas of protected areas, water protection (fish protection) zones and coastal protective strips, often referred to as natural monuments. Limited economic activities are allowed on «land for nature protection purposes» in places of traditional residence and traditional economic activities of indigenous peoples of the Russian Federation, «territories of traditional nature management» (TTNM) of these peoples can be formed.

TTNM in the Russian code are considered as sites with significant restrictions in economic activity, but not related to protected areas since December 2013 after the adoption of the law on changes in legislation. These land plots, which are in state or municipal ownership, also «can be provided for free use to persons belonging to the indigenous peoples of the North, Siberia and the Far East of the Russian Federation, and their communities in places of traditional residence and traditional economic activity». The use of these lands «may be carried out without the provision of land plots and the establishment of an easement, a public easement», if activities are carried out on them in order to preserve and develop the traditional way of life, economic activity and crafts of indigenous peoples».

Water laws. Law of Mongolian «On Water» is two times shorter than the Russian «Water Code». The fundamental difference from the Russian version is the active participation of citizens at each stage of the study, decision-making on protection or use, and monitoring of the state of water bodies. In accordance with the water laws of Russia and Mongolia, within the framework of nature protection activities, it is envisaged to create water protection belts along the coast of water bodies. In the Mongolian version, the law does not define strict numerical indicators of the width of these strips, depending on the type, size (length and width) of a particular water body; this information is determined on a case-by-case basis. The Mongolian law specifically highlights the requirements for «boundary waters» (located nearby or flowing along, as well as crossing the borders of the country). The importance of preserving forests and other woody vegetation along any watercourses and around endorheic water bodies is also discussed.

The Law on Water and the Law on Protected Areas of Mongolia are supplemented by another special general state law «On the Prohibition of Mining at the Heads of Rivers». In accordance with it, the Government of the country establishes the boundaries of the sources of rivers, including coasts, key forested areas, watershed areas. They are recognized as protected areas with a complete ban on exploration and mining.

In Russia, in addition to the general environmental legislation, a federal law has been adopted, the only one in the country for a separate water body – «On the Protection of Lake Baikal». To preserve the lake, it is planned to allocate a huge Baikal Natural Territory or BNT (386 thousand km², which in total exceeds the total area of all reserves and national parks of the country - 317 thousand km²), which in turn is divided into three ecological zones: central (actually water area of the lake with islands and the nearest territorial environment), buffer (the Russian part of the drainage basin) and atmospheric influence (about 200 km to the north-west of the lake, from where, with dominant winds, harmful air pollutants are transferred from the enterprises of the Irkutsk-Cheremkhovo industrial territory). The law was adopted for two reasons: the creation of the most significant UNESCO World Natural Heritage site in Russia (now, in accordance with the law, this object coincides with the external borders of the central ecological zone of the BNT), and also because this object is transboundary between the Irkutsk region and the Republic of Buryatia (since 2019, also between two federal districts - Siberian and Far Eastern), which required supra-subject legislation for similar management of a single natural territory. It should be noted that, in addition to the named subjects of the Russian Federation, part of the buffer ecological zone of the BNT is located in the southwestern part of the Trans-Baikal Territory

Thus, in both Russia and Mongolia, protected areas near or around water bodies can be called a kind of «departmental» protected natural areas.

TTNM Law. Unlike Mongolia, where all pastoral activities of the local population are recognized as traditional, regardless of nationality, in Russia a special law on the TTNM of indigenous peoples has been adopted. One of the goals of the law is the conservation of biological diversity in the TTNM. TTNM s are recognized as «specially protected areas» of federal, regional or local significance. The law here allows only such economic activity that does not violate the legal regime of the TTNM.

Laws on protected areas in both countries are the main ones that determine the formation of territorial nature protection. Moreover, in Russia and Mongolia, similar classification systems were initially adopted for national PAs, but regional or local PAs in Russia also have their own classification, and in Mongolia there is one category for each level. Nationwide protected areas include, respectively, in Russia and Mongolia: nature reserves/strictly protected areas, national parks, federal nature reserves/natural reserves, federal nature monuments/monuments. Regional categories of protected areas include: natural parks, reserves of regional significance /regional protected areas etc. Locally protected areas include categories determined by regional laws on protected areas / protected areas of the somon. It should be emphasized that in this article, due to the low efficiency for the purposes of preserving landscape diversity in the natural environment, such categories of protected areas as Russian dendrology parks, botanical gardens and extremely small natural monuments are not taken into account.

In Russian legislation, buffer zones around protected areas are provided only for «reserves, national parks and natural monuments». In Mongolia, a special law on buffer zones of protected areas has been additionally adopted. They can be created around any protected areas, and for the joint management of buffer zones by representatives of all land users, a special buffer zone council and a fund for its financing are created. It involves the local population in environmental activities.

Functional zoning in Russia is provided only for national and natural parks, and in Mongolia - for strictly protected areas and national parks. Thus, the conservation regime of the Mongolian reserves is more similar to the regime of Russian national parks or international biosphere reserves; they can differentiate the environmental regime into the following zones: 1) untouched (unchanged); 2) specially protected (biotechnical activities are possible, elimination of damage from natural disasters); 3) limited access (sanitary felling, construction of temporary campsites, collection of certain medicinal and food plants and fruits by local residents, visits to holy places are allowed). It should be noted that the entry into the borders of the largest city of Mongolia of the strictly protected area «Bogd-Khan-Uul» led to significant violations of the environmental regime of this protected area: entire urban micro districts, golf courses, ski slopes appeared, the number of tourists bases and recreation centers increased significantly in a restricted area. The natural conditions have changed here, the area and quality of forests have decreased [7, 8]. In Russian reserves, which have been assigned the status of «biosphere reserves», a special biosphere test site may be allocated «for the purpose of conducting scientific research, state environmental monitoring (state environmental monitoring), as well as testing and implementing methods of rational nature management that do not destroy the environment. environment and do not deplete bio resources».

In Russia, settlements can be located within the boundaries of protected areas, which causes difficulties both in the management of a protected natural area and problems with the development of settlements. Such a situation is observed, for example, in the Pribaikalsky National Park (Irkutsk Region), but it manifests itself in the most characteristic form in the Tunkinsky National Park (Republic of Buryatia), which coincides with the administrative region of the same name by its external borders [9]. In Mongolia, settlements are not included in the protected areas.

Visiting Russian protected areas by individuals who do not live within their borders can be both free of charge and with payment, and the amount of payment is determined by the Ministry of Natural Resources and Ecology of the Russian Federation. In Mongolia, a fee is charged for visiting any state-owned protected areas.

Both laws on protected areas declare the priority of international law over national law. Mongolia strictly adheres to the established priority, while Russia recently decided to ignore it by adopting a law on the priority of the Constitution of the Russian Federation over the decisions of international organizations and courts. In the Law on PAs of Mongolia, a special article is devoted to transboundary and border PAs, as well as the involvement of border guards in their protection. Between Siberia and Mongolia there are functioning and planned transboundary PAs [10], but they are not mentioned in Russian legislation, the conditions for their conservation, participation in the protection of the border service and other issues of functioning are not specified in relation to them.

In the Mongolian law on protected areas, in addition to budgetary funds and funds received from visitors, which increase from year to year [11], any legal ways of economic support, including international funds and foreign private donations, can be involved in financing protected areas. In Russia, foreign funding for protected areas has recently been discontinued. In the Russian law on protected areas and in general in environmental legislation, there is no full-fledged discussion of the functioning of protected

natural areas of international importance in accordance with ratified international conventions (world natural heritage sites, biosphere reserves, transboundary protected areas, key ornithological, botanical, soil territories), with the exception of the Decree of the Government of the Russian Federation on wetlands in accordance with the Ramsar Convention, which simply lists them without discussing the special environmental regime. The regime of the previously mentioned «biosphere reserves» does not have general rules, it is left for independent decision-making by the directorates of protected areas and is reflected only in their regulations. In addition, Russia proclaimed the priority of the country's legislation over international [12].

The institutional framework, including legislative, managerial conditions and law enforcement practice, influences the formation of the structure of the system of territorial nature protection in Siberia and Mongolia.

Differences in the structure of PA systems. A general idea of the existing system of protected areas, their structure and location in each of the countries under consideration is provided by cartographic materials, as well as special atlases. For the first time, protected areas in both Siberia and Mongolia were shown in the atlas «Protected Natural Territories of the Baikal Basin» [13]. For the first time, an attempt was made in the atlas to present uniformly the landscape maps of each PA of federal / national / regional status for the Russian and Mongolian parts of the basin. The method of thematic mapping developed during the creation of the atlas, called «one-aspect», formed the basis of the following two atlases. They included landscape maps of each PA in the Siberian and Far Eastern Federal Districts of Russia [14, 15]. Updated necessary cartographic information on the protected areas of Mongolia is available in the latest edition of the Atlas of Mongolia [16, 17].

The database formed during the preparation of the atlases on the current structure of protected areas systems contains statistical information on each of the protected areas in Siberia and Mongolia: location, category, year of creation, area, management features (for example, special international status, joint directorates) and territorial differentiation (functional zoning, availability of buffer zones, number and area of clusters). The analysis of cartographic information makes it possible to evaluate the distribution of protected areas by natural zones and administrative units of the Russian Federation and Mongolia. The existing systems of protected areas in these countries differ significantly.

Most of the protected areas in Siberia are concentrated in its southern limits, along transport routes and in areas of human settlement. An exception in terms of uniform distribution of protected areas is the situation in Yakutia and partly in the Tyumen region (with the autonomous okrugs of Yamalo-Nenets and Khanty-Mansiysk). The trend of unevenness is especially pronounced in relation to the reserves of regional significance. The distribution of protected areas across the regions of Siberia is also not uniform. Mountain and South Siberian types of landscapes are widely represented within the boundaries of the protected areas of Siberia, while arctic, subarctic landscapes, northern and middle taiga forests are not covered enough, and are noted only in a few large protected areas of federal significance in the northern part of Siberia [14, 15]. In Mongolia, the distribution of protected areas is more even, both across the territories defined by the administrative division of the country, and across natural zones and altitudinal belts.

The area of Siberia is approximately five times larger than the area of Mongolia, while the areal characteristics of the structure of protected areas are comparable and differ by 2 times: (110 091 and 51 365 ha, respectively) (figure 1). A detailed analysis of the distribution of protected areas by categories and regions shows that the number of protected areas in Siberia (431) and in Mongolia (1059) differs by 2.5 times. The share of the total area of protected areas from the area of Mongolia, according to official data, is more than 2.5 times higher than the Siberian one (26.75% and 11.40%, respectively). At the same time, we note that a significant part of the PAs of regions, officially represented in the cadaster of the Ministry of Environment and Tourism of Mongolia, is still given without indicating their area. For example, out of 20 regional PAs in Bayankhongor Province, the area is indicated only for two, out of 48 Omnogovi Province – for 26, out of 47 province Sukhe-Bator – for 13, out of 158 province Tuva – only 10, out of 124 province Khuvsgel – for 23. Understandable that the real area of province PAs is significantly higher, and in the case of cartometric determination of spatial indicators, their share in the area of provinces and in general in Mongolia is significantly higher (increases to 32.84%). Even in the «truncated» official figures, the area of *зкцмштцы* PAs (19,965 ha) is comparable to the area of all strictly protected areas or national parks (26,043 ha).

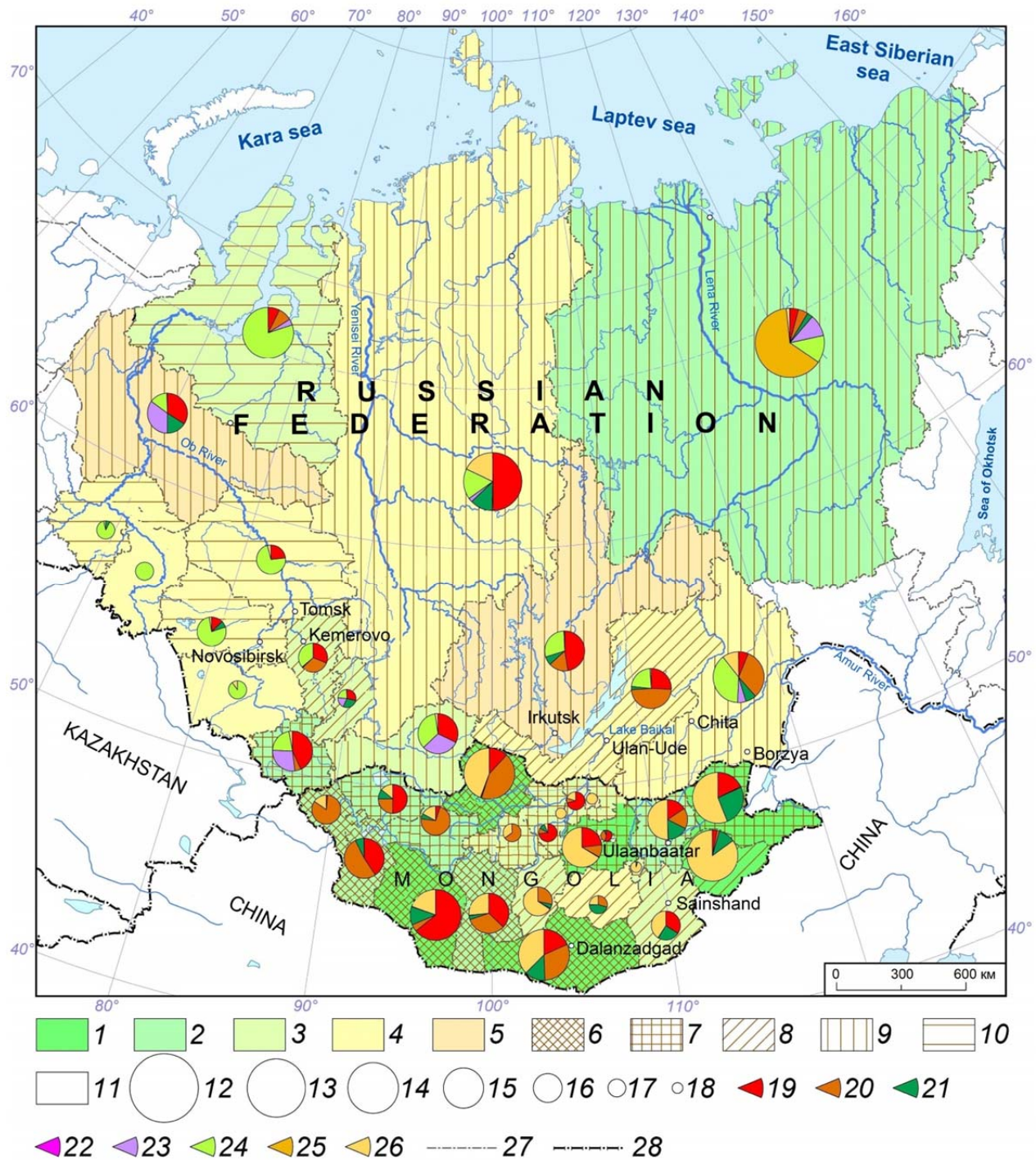


Figure 1 – Structure of territorial nature protection in Siberia and Mongolia.

Share of protected areas of the main categories in the area of subjects of the Russian Federation and aimags of Mongolia (%): 1 – more than 40, 2 – from 20 to 40, 3 – from 10 to 20, 4 – from 5 to 10, 5 – less than 5; The share of federal/national PAs in the total area of PAs in the constituent entities of the Russian Federation and in the aimags of Mongolia (%): 6 – more than 20, 7 – from 10 to 20, 8 – from 5 to 10, 9 – from 2 to 5, 10 – less than 2, 11 – absent; Total area of protected areas in the constituent entities of the Russian Federation and aimags of Mongolia (thousand km²): 12 – more than 500, 13 – from 100 to 500, 14 – from 40 to 100, 15 – from 20 to 40, 16 – from 10 to 20, 17 – from 1 to 10, 18 – less than 1; The share of protected areas by categories of the total area of protected areas in the constituent entities of the Russian Federation and aimags of Mongolia: PAs of federal significance/nationwide: 19 – reserves/strictly protected areas, 20 – national parks, 21 – reserves/nature reserves, 22 – monuments of Mongolia); PAs of regional importance/aimak: 23 – natural parks, 24 – reserves, 25 – resource reserves, 26 – PAs of aimaks and other PAs of regional importance; Borders: 27 – subjects of the Russian Federation and aimags of Mongolia, 28 – state

In Siberia, which includes 10 subjects of the Russian Federation in the Siberian Federal District, one in the Urals (Tyumen Region, including the autonomous okrugs of Yamalo-Nenets and Khanty-Mansiysk – Yugra) and three in the Far East (Transbaikial Territory, the Republics of Sakha (Yakutia) and Buryatia), there are 431 protected areas of the main categories, i.e. categories significant for the conservation of landscape diversity. Of these, 59 protected areas are of federal significance and 372 are of regional significance. The largest number of protected areas, including those of regional importance, are located in Yakutia (87), the Tyumen region (65) and the Krasnoyarsk Territory (52), but these are also the largest subjects of Russia in terms of area. The maximum number of protected areas of federal significance is represented in the Krasnoyarsk Territory (11) and in the Tyumen Region with autonomous districts (9),

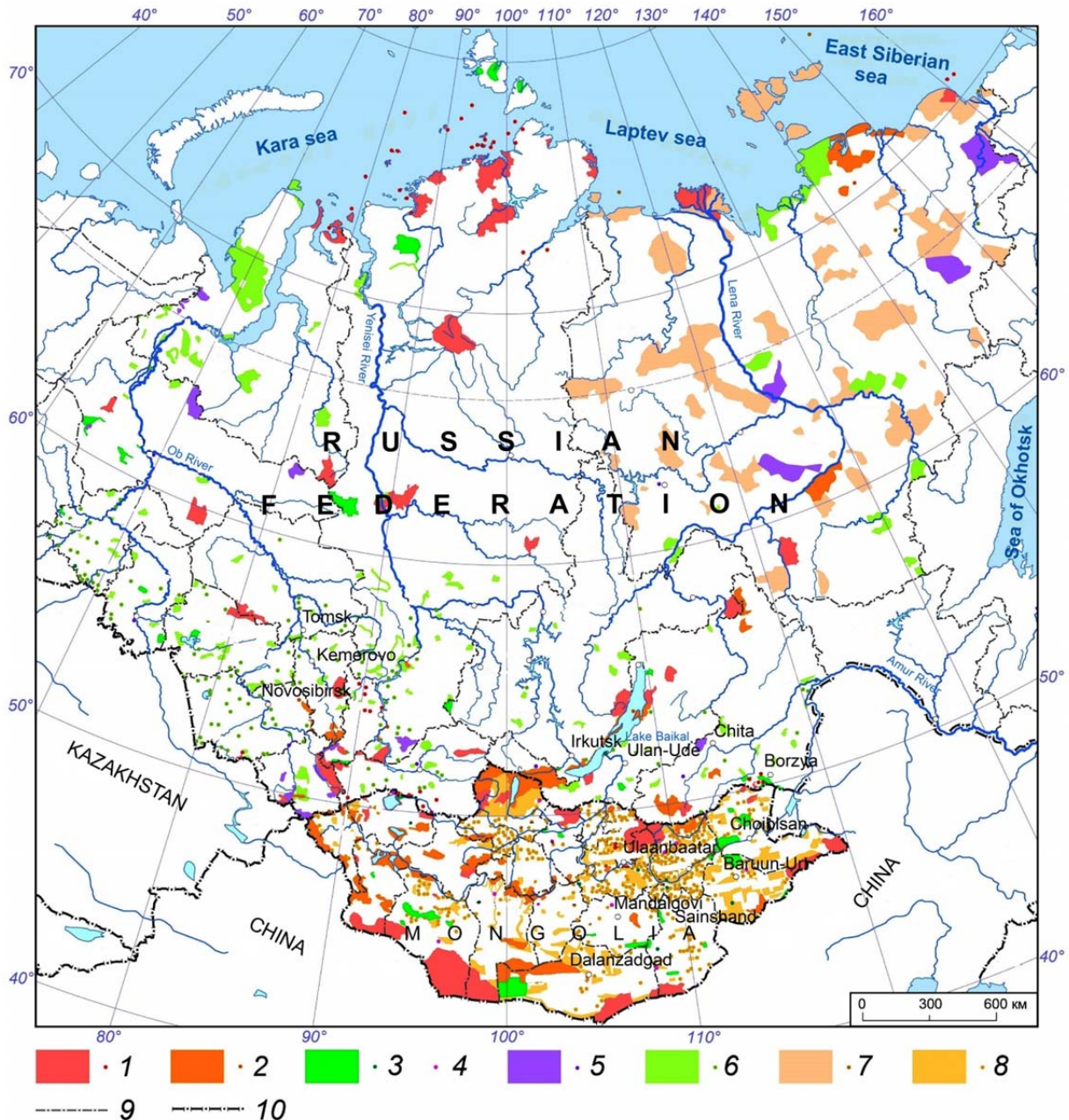


Figure 2 – Spatial arrangement of protected areas.

Categories of PAs in Russia/Mongolia: PAs of federal significance/nationwide: 1 – nature reserves/strictly protected areas; 2 – national parks; 3 – sanctuaries of federal significance/natural reserves; 4 – monuments (Mongolia); PAs of regional importance/aimak: 5 – natural parks; 6 – reserves of regional importance; 7 – resource reserves; 8 – PAs of aimaks; Borders: 9 – subjects of the Russian Federation and aimags of Mongolia; 10 – state

and in the north of the former there are three of the country's largest reserves in terms of area. The Republic of Altai (1/4 of the area of the subject of the Russian Federation) and Yakutia (more than 1/5) are maximally covered by the environmental regime. In the worst situation - Irkutsk and Tomsk regions (less than 4%).

Reserves in Siberia occupy a significant part of the territory under consideration (1.76%) and almost 1/6 of the area of all protected areas in Siberia. The least represented so far are natural parks (1.03%). Despite the small area of each federal and regional reserve, their total area significantly exceeds the total area of reserves (32,352 and 16,982 ha, respectively). But 62 resource reserves of Yakutia (43,141 hectares) became the most significant in terms of area both within the subject and for the whole of Siberia – almost 40% of the area of all protected areas, which is 2.5 times larger than the area of all reserves, and occupies almost 1 /20 from the area of Siberia. Natural reserves – protected areas with not the most stringent environmental regime, which allow traditional types of economic activity to be carried out on part of their territory, while preventing the emergence of intensive types of nature use and industrial facilities and often being a kind of reserve territories for subsequent organization within their boundaries of more significant categories of protected areas.

Siberian protected areas almost never cross the borders of the constituent entities of the Russian Federation (the exception is the Vasyugansky reserve between Novosibirsk and Tomsk regions). In Mongolia, transboundary inter-region protected areas are very widely represented, and they are all of the national level (for example, out of 15 strictly protected areas, 7 are interregional, out of 34 national parks – 15).

Figure 2 visualizes the areal characteristics of territorial nature protection in Siberia and Mongolia, and the situation of a more efficient structure of the protected area system in Mongolia is extremely clear.

Similarities in the structure of PA systems. The only thing institutionally uniting now the territorial nature protection of Siberia and Mongolia is the transboundary protected natural areas of the interstate



Figure 3 – Location of transboundary protected natural areas in Siberia and the Far East.

TPNAIL: I – Active: 1 – Altai, 2 – Ubsu-Nur basin, 3 – Sources of the Amur, 4 – Dauria, 5 – Lake Khanka; II – Planned: 6 – Sailyugem, 7 – Delger-Muren, 8 – Sayan crossroads, 9 – From Khuvsgul to Baikal, 10 – Selenga, 11 – Khentei-Chikoyskoe highland, 12 – Amur Tiger and Leopard, 13 – Tumangan, 14 – Southern Kuriles, 15 – Beringia.

Note: The size of the TPNAIL sign depends on the number and area of the protected areas included in it.

level (TPNAIL). The current ones include TPNAIL: «Altai»; «Ubsu-Nur basin»; Dauria. At the end of the organization process is TPNAIL «Sources of the Amur». The following TPNAIL s are planned between Russia and Mongolia: Sailyugem, Delger-Muren, Sayan Crossroads, from Khubsugul to Baikal, Selenga, Khentei-Chikoi Highland [10]. In other respects, the development and structure of the location of protected areas differ markedly. Figure 3 shows the current and planned TPNAILS throughout the Asian part of Russia.

As an example of the organization of the TPNAIL, we will cite Altai. The idea of organizing a TPNAIL (figure 4) arose in 1999 within the framework of the Altai Convention [18, 19], it was created in 2011. region of Kazakhstan, 2001, 643,477 ha) and the biosphere reserve «Katunsky» (Republic of Altai RF, 1991, 151,664 ha). In 2017, UNESCO approved the project to create the first transboundary biosphere reserve Great Altai with a total area of 1.5 million hectares in Russia and Kazakhstan [20, 21]. In the Xinjiang Uygur Autonomous Region of the People's Republic of China, on the adjacent territory, there is the Khanas State Nature Reserve, established in 1986, with an area of 455,408.3 ha (by now it has been expanded to 1,003,000 ha) [14; 22]. In the Mongolian aimag Bayan Olgiy, the national park «Altai tavan bogd» (1996, 656,088.91 ha) is adjacent to the state border. In order to improve the efficiency of the



Categories of protected areas	Active and included in the TPNAIL	Active and planned to be included in the TPNAIL	Planned
Nature reserves	■	■	
National parks	■	■	
Natural parks		■	
Sanctuaries and protected areas of regional importance			■
Other designations			
- - - - -	State borders		
o	Cities		

Figure 4 – Structural elements of TPNAIL «Altai»

TPNAIL, it should include: in the East Kazakhstan region of Kazakhstan - the Markakol nature reserve (1976, 102,979 ha), the planned regional reserves Kabinsky (62,390.8 ha) and Bas-Terekty (17,258 ha) [23]; in the Republic of Altai, the operating regional natural parks Ukok Quiet Zone (2005, 254204 ha) and Belukha (1997, 131270 ha) [24]. During the initial design of this territory, it was planned to conclude an agreement between four states: Russia, China, Mongolia and Kazakhstan, because it is located at the junction of these 4 states. Thus, it can be hoped that the agreement between Kazakhstan and Russia has become the first stage in the process of creating a quadripartite transboundary territory.

Conclusion. The laws on specially protected natural areas in Mongolia were adopted in 1994, and in Russia in 1995. After more than 20 years of their enforcement and legislative changes, it can be concluded that the laws of Mongolia in the field of territorial nature protection are given in brief formulations, as close as possible to the daily activities of protected areas. In Russia, such laws, despite their verbosity and problems of using in practice, as well as changes made to them without justified environmental logic, in reality very limitedly allow solving the actual tasks of the functioning of protected areas and the population living within the borders and on protected areas of protected areas. A typical example can be the articles of laws on the transfer of lands, when in all the years only in a few cases lands of other categories were transferred to the lands of protected areas in regional protected areas.

There is an obvious unevenness in the distribution of protected areas across the territory of Siberia, which is largely associated with the places of settlement and the main transport routes that have developed since the time of its development. A notable exception is the Republic of Sakha (Yakutia), which has one of the highest percentages of protected areas occupied by protected areas, which is directly related to the activities of a special Ministry of Nature Protection, which until recently was also not responsible for nature management, as is customary in other regions of Russia and at the federal level.

Mongolia gives the Ministry of Environment and Tourism full responsibility for all sections of environmental activities, including protected areas, the goal of developing the system of which is declared to be 30% of the country's area [17], which, judging by the cartometric (unofficial) data, has already been achieved. Everything that relates to the development and extraction of natural resources remains within the framework of other departments, and the intersections and contradictions that arise are resolved at a high government level. Such independence, probably, makes it possible to create new protected areas on a regular basis for two decades, to have plans and state programs for the development of a network of protected areas that are consistently implemented. As a result, one can note an almost even distribution of protected areas throughout the territory of Mongolia and the constant work to expand existing ones and justify the organization of new protected areas.

The article was prepared within the framework of the project of the Russian Foundation for Basic Research and the Ministry of Environment and Tourism of Mongolia No. 20-55-44023.

REFERENCES

- [1] Yadritcev N.M. Siberia is like a colony. To the anniversary of the tercentenary: the current situation of Siberia, its needs and requirements, its past and future. Saint Petersburg: Printing house of M. M. Stasyulevich, 1882. 471 p.
- [2] Kayahara I. The plight of Mongolia. The country is sandwiched between the great powers – China and Russia // Russia today, 26.11.2014. [URL] – <https://inosmi.ru/foreast/20141126/224510834.html> (date of reference 21.03.2021).
- [3] Jargal S. Russia – Mongolia. It is easy to lose, it is impossible to return // Mongolia now, 01.08.2019. [URL] – <http://www.mongolnow.com/rossiya-mongoliya-poteryat-legko-vernut-nevozmozhno/> (date of reference 21.03.2021).
- [4] Kalikhman T.P. Territorial nature protection in the Baikal region. Irkutsk: Publishing House of the Institute of Geography SB RAS, 2011. 238 p.
- [5] Savenkova T.P. Environmental legislation of Mongolia and Russia – a comparative review // Steppe Bulletin. 2000. No. 6. P. 54-58.
- [6] Wurts K. Mongolian National Parks: Competing Interests and Institutional Viability in a Still Emerging Protected Areas System. Ulaanbaatar: SIT Study Abroad, 2013. 44 p.
- [7] Erdenechimeg N., Belozertseva I.A., Enkhtaivan D. The current situation in the organization and management of specially protected natural areas of Mongolia (on the example of the Bogd Khaan Uul Reserve) // Successes of modern Natural Science. 2017. No. 1. P. 121-126. [URL] – <http://natural-sciences.ru/ru/article/view?id=36353> (date of reference 21.03.2021).
- [8] Tsendsuren D. The state of larch plantations (*Larix sibirica* Ledeb.) of the green zone of Ulaanbaatar and prospects for their recreational use: Abstract of the dissertation of the Candidate of Agricultural Sciences. Saint Petersburg, 2009. 24 p.
- [9] Kalikhman T.P. Tunkinsky National Park: people or nature // Zapovednoe delo. 2007. Issue 12. P. 92-111.

- [10] Bardash A.V., Kalikhman T.P. Cartographic substantiation of transboundary territorial nature protection in Siberia and the Far East // *Geodesy and cartography*. 2020. Vol. 81, No. 4. P. 51-64.
- [11] Oyungerel B. The state and prospects of nature protection in Mongolia // *Bulletin of the Botanical Garden-Institute of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences*. 2007. Vol. 1(1). P. 88-93.
- [12] Draft laws on the priority of the Constitution of the Russian Federation over decisions of international organizations and courts have been approved // *State Duma of the Federal Assembly of the Russian Federation*, 27.10.2020. [URL] – <http://duma.gov.ru/news/49849/> (date of reference 21.03.2021).
- [13] Savenkova T.P. Protected natural territories of the Lake Baikal basin. Atlas. Irkutsk: Publishing house «Ottisk», 2002. 96 p.
- [14] Kalikhman T.P., Bogdanov V.N., Ogorodnikova L.Yu. Specially protected natural areas of the Siberian Federal District. Irkutsk: Publishing house «Ottisk», 2012. 384 p.
- [15] Kalikhman T.P., Bardash A.V., Bogdanov V.N., Ogorodnikova L.Yu., Klimina E.M., Bocharnikov V.N. Specially protected natural areas of the Far Eastern Federal District. Irkutsk: Publishing House of the V.B. Sochava Institute of Geography SB RAS, 2018. 588 p.
- [16] Geographical atlas of the State of Mongolia. Edition II. Ulaanbaatar: Publishing House «Gazaruin Khureelen», 2009. 248 p.
- [17] Oyungerel B. The system of specially protected natural territories of Mongolia and prospects for its development // *Arid ecosystems*. 2010. Vol. 16, No. 3(43). P. 57-66.
- [18] Krasnoyarova B.A., Orlova I.V., Rybkina I.D. Transboundary biosphere territory (TBT) «Altai»: necessity and possibility of creation // *Polzunovsky vestnik*. 2004. No. 2. P. 30-38.
- [19] Vinokurov Yu.I., Surazakova S.P., Krasnoyarova B.A. Transboundary biosphere territory «Altai»: ideas of conservation and development // *Region: Economics and Sociology*. 2006. No. 2. P. 156-163.
- [20] TBR «Big Altai» // *Katunsky Nature Reserve*. Official website [URL] – http://katunskiy.ru/com_content-article-2/biosfernyiy-rezervat/tbr-bolshoy-altay--1 (date of reference 25.01.2019).
- [21] Yashina T.V., Krykbaeva R.N. Transboundary biosphere reserve «Big Altai»: from an idea to a model of sustainable development of border regions // *Questions of geography «Man and the biosphere. The ever-relevant topic of human interaction with nature»*. 2021. No. 152. P. 458-475.
- [22] National Forestry and Rangeland Administration and National Parks Administration of China. [URL] – <http://www.forestry.gov.cn> (date of reference 01.02.2019).
- [23] Specially protected natural areas. Map to a scale 1: 5 000 000 // *National Atlas of the Republic of Kazakhstan*. In 3 volumes. Vol. III. Environment and ecology. Almaty, 2010. P. 142-143.
- [24] Kalikhman T. P. Environmental Transboundary Territories of Siberia and the Far East // *Geography and Natural Resources*. 2019. No. 4. P. 315-324.

Т. П. Калихман

География ғылымдарының докторы, жетекші ғылыми қызметкер
(РҒА Сібір бөлімінің В. Б. Сочава атындағы География институты, Иркутск, Ресей)

СІБІР ЖӘНЕ МОҢҒОЛИЯНЫҢ АУМАҚТЫҚ ТАБИҒАТЫН ҚОРҒАУДЫҢ ҚАЗІРГІ ЖАҒДАЙЫНА ШОЛУ

Аннотация. Мақалада талқыланған аумақ бойынша ауқымды құрлықшілік аймақ физикалық-географиялық және элеуметтік-демографиялық параметрлердің біркелкілігіне, сондай-ақ оларды «ресурстық колониялар» ретінде қарастыруға ие болуда. Сібір және моңғол құраушылары саяси жағынан айтарлықтай ерекшеленеді, ол өз кезегінде ерекше қорғалатын табиғи аумақтардың қызметінде жүзеге асырылатын институционалдық және басқарушылық сипаттамаларға және аумақтық табиғатты қорғаудың қалыптасуына әсер етеді. Сібір мен Моңғолияның қорғалатын аумақтарының қалыптасқан жүйелеріне, олардың құрылымына, заңнамалық негіздеріне талдау келтірілген. Моңғолия және Сібірде олардың таралуын көрсететін, 2021 жылғы жағдай бойынша статистикалық мәліметтерге, 1999-2022 жылдар кезеңінде бұрын жарияланған авторлық тақырыптық атластар мен далалық зерттеулерге негізделген қорғалатын табиғи аумақтардың карталары жасалды. Моңғолияның қорғалатын аумақтарының неғұрлым тиімді жүйесі туралы қорытынды жасалды.

Түйін сөздер: заңнама, ерекше қорғалатын табиғи аумақтар, аумақтық табиғатты қорғау құрылымы, басқару

Т. П. Калихман

Доктор географических наук, ведущий научный сотрудник
(Институт географии им. В. Б. Сочавы Сибирского отделения РАН, Иркутск, Россия)

ОБЗОР СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ОХРАНЫ ТЕРРИТОРИАЛЬНОЙ ПРИРОДЫ СИБИРИ И МОНГОЛИИ

Аннотация. Обсуждаемая в статье значительная по площади внутриконтинентальная территория обладает сходством физико-географических и социально-демографических параметров, а также отношением к ним как к «ресурсным колониям». Сибирская и монгольская составляющие существенно различаются политически, что сказывается на институционально-управленческих характеристиках и на формировании территориальной охраны природы, которая реализуется в деятельности особо охраняемых природных территорий. Приведен анализ сложившихся систем охраняемых территорий Сибири и Монголии, их структуры, законодательных оснований. Составлены карты охраняемых территорий, демонстрирующие их распределение в Монголии и Сибири, базирующиеся на статистических сведениях по состоянию на 2021 г., изданных авторских тематических атласах и полевых исследованиях за 1999-2022 гг. Показан сближающий системы аспект – наличие и планирование межгосударственных трансграничных охраняемых природных территорий. Сделан вывод о сложившейся более результативной системе монгольских охраняемых территорий.

Ключевые слова: законодательство, особо охраняемые природные территории, структура территориальной охраны природы, управление.

<https://doi.org/10.55764/2957-9856/2023-2-60-67.12>

МРНТИ 68.05.01; 68.31.21

С. М. Шахмалиева

Д. ф. а. н., доцент, заведующая сектором «Режимы орошения»
(ООО «Научно-исследовательский институт мелиорации», Баку, Азербайджан)

ВЛИЯНИЕ ПОЧВЕННО-МЕЛИОРАТИВНЫХ ФАКТОРОВ НА ВЫБОР СПОСОБОВ ОРОШЕНИЯ В АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ

Аннотация. Перечислены факторы, влияющие на выбор поливной техники. Дана краткая характеристика водопроницаемости почвы, глубины залегания грунтовых вод, степени засоления почв и указана их изменчивость по зонам страны. Также с учётом особенностей зон республики проведён выбор способов орошения.

Ключевые слова: водопроницаемость, водосбережение, дождевание, капельный способ, поверхностный полив, поливная техника, почвенно-мелиоративные факторы, районирование.

Введение. Территория Азербайджанской Республики характеризуется большой изменчивостью климатических условий, пестротой почвенного покрова, неравномерным распределением водных ресурсов и острым их дефицитом в вегетационный период, засоленными землями и т.п. Согласно классификации ООН Азербайджан относится к странам, испытывающим дефицит воды. На будущий баланс водных ресурсов республики влияет интенсивное таяние ледников, которое формирует основные реки региона, и другие аспекты изменения климата, а также растущие потребности населения в воде и увеличение площадей орошаемых земель. Главными вызовами сегодня становятся климатические изменения, проявляющиеся в росте общей температуры окружающей среды особенно в жаркие периоды года, увеличении повторяемости маловодных лет и других природных явлениях [1].

Ныне в республике орошается 1,48 млн га земель, что составляет одну третью часть сельхозугодий, пригодных к орошению. Следует отметить, что орошаемое земледелие даёт около 80% продукции растениеводства. Вместе с тем вовлечение в сельскохозяйственный оборот остальной площади затрудняется из-за дефицита водных ресурсов [2]. А сельскохозяйственное производство в условиях естественного увлажнения (без орошения) в Азербайджане не даёт положительного эффекта, во многих зонах оно не рентабельно. Для резкого повышения эффективности сельскохозяйственного производства в Азербайджанской Республике необходимо проведение комплекса мелиоративных мероприятий, в первую очередь орошения, позволяющих повысить интенсификацию сельского хозяйства на основе выращивания высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур.

Сказанным обусловлен поиск путей эффективного использования водных и земельных ресурсов. Одним из главных звеньев в решении указанных проблем является применение рациональных способов орошения и прогрессивной техники полива.

Орошение сельскохозяйственных культур в нашей республике осуществляется в основном поверхностным способом.

Постановка проблемы. Переход к сбережению воды необходим для повышения продуктивности водных и почвенных ресурсов. Одной из наиболее актуальных задач является широкое внедрение водосберегающих технологий [4].

Методика исследований: статистический, системный анализ. Объектом исследований являются существующие и перспективные орошаемые земли Азербайджанской Республики, исследованные и рекомендованные для производства способы орошения.

Источники данных: карта водопроницаемости, составленная проф. Р. Г. Мамедовым, карта генетических форм засоления почв в масштабе 1:1 500 000, карта глубины залегания грунтовых вод в масштабе 1:1 500 000.

Результаты исследований и их обсуждение. Работу по выбору и оценке применения техники орошения в определённых природно-хозяйственных условиях рекомендуется проводить в три этапа:

- оценка технического применения техники орошения;
- установление рабочих параметров поливной техники;
- определение экономической целесообразности рекомендуемого способа полива.

Техническую оценку применения техники орошения проводят на основе анализа её технико-эксплуатационных показателей и природно-хозяйственных показателей местности [5].

Факторы, влияющие на выбор поливной техники, делятся на почвенно-мелиоративные (водопроницаемость почвы, толщина мелко-землистого почвенного слоя, степень засоления, глубина залегания грунтовых вод); климатические (дефицит испаряемости и средняя скорость ветра за апрель-август); геоморфологические (средний уклон местности, объем планировочных работ, минимальный размер участка); агробиологические (высота надземной части растения, глубина корнеобитаемого слоя, оросительная норма) [5].

В представленной нами статье отражено влияние водопроницаемости почвы, степени засоления и глубины залегания грунтовых вод, относящихся к группе почвенно-мелиоративных факторов, рассмотрены способы орошения на территории Азербайджана.

Водопроницаемость – способность почвы воспринимать и пропускать воду из верхних горизонтов в нижние.

По показателям профессора Р. Мамедова, к почвам с сильной водопроницаемостью относятся каштановые равнины Дашкесанской, Газахско-Товузской зон и лугово-лесные почвы Шеки-Загатальской зоны. Эти земли составляют 5,6% от общей площади земель республики [6].

На почвах с высокой водопроницаемостью (12-60 см/ч) рекомендуется использовать машины дождевания, а также капельный метод орошения. Поверхностный полив не рекомендуется. В республике широко распространены почвы с высокой водопроницаемостью (59%).

Таблица 1 – Выбор способов орошения с учётом водопроницаемости почв Азербайджанской Республики

Водопроницаемость				
Очень высокая > 60	Высокая 12-60	Средняя 6-12	Малая 3-6	Очень малая < 3
Водопроницаемость почвы по территории республики, %				
5,6	59	26,7	7	1,5
Типы почв				
Дашкесанская, Газахско-Товузская зоны (каштановые равнины) и лугово-лесные почвы Шеки-Загатальской зоны	Серо-бурые и желтоземы Ленкоранской зоны, каштановые, равнинные и каштаново-луговые почвы Гянджа-Дашкесанской, Газахско-Товузской зоны, каштановые, лугово-болотные и лугово-лесные почвы Шеки-Загатальской зоны, серозёмы, торфяники луговые Губа-Хачмазской зоны и лугово-лесные почвы, лугово-серые почвы Миль-Муганской, Ширвано-Сальянской зоны, лугово-аллювиальные, лугово-бурые и серо-бурые почвы Карабахской равнины, каштановые и лугово-каштановые Прикуринской полосы, сероземы Мильской и Аджинохурской степи, лугово-аллювиальные почвы Приараксинской и Прикуринской полос, солончаки Ширванской степи	Каштановые равнинные почвы Нахичеванской АР, Прикуринской полосы, Карабахской степи, серо-бурые почвы Апшерона, лугово-лесные почвы Шеки-Загатальской зоны и Карабахской степи, лугово-болотные почвы Приараксинской полосы, солончаки Гянджа-Дашкесана, Газахско-Товузской зоны, Мильской, Сальянской и Ширванской степи	Серо-бурые почвы Мильской степи, серозёмно-луговые почвы Ширванской степи и лугово-болотные почвы Ленкоранской зоны	Серо-бурые почвы Мильской степи, серозёмно-луговые почвы Ширванской степи и лугово-болотные почвы Ленкоранской зоны
Капельный способ орошения				
+	+	+	–	–
Поверхностный способ				
–	–	+	+	+
Дождевание				
+	+	+	–	–

В почвах со средней водопроницаемостью (6-12 см/ч) возможно применение длинноструйных и среднеструйных способов дождевания капельного и подпочвенного орошения. Применение метода поверхностного орошения ограничивается некоторыми условиями. Земли со средней водопроницаемостью по республике составляют 26,7% от общей площади. К ним относятся каштановые равнинные почвы Нахичеванской АР, Прикуринской полосы, Карабахской степи, серо-бурые почвы Апшерона, лугово-лесные почвы Шеки-Загатальской зоны и Карабахской степи, лугово-болотные Приараксинской полосы, солончаки Гянджа-Дашкесанской, Газахско-Товузской зоны, Мильской, Сальянской и Ширванской степи [7,8].

Поверхностный способ орошения целесообразно использовать на почвах с пониженной водопроницаемостью (3-6 см/ч). Применение дождевания и капельного способа орошения на этих почвах нецелесообразно. Почвы с пониженной водопроницаемостью составляют 7% территории республики. К почвам с пониженной водопроницаемостью относятся каштановые, лугово-каштановые и лугово-аллювиальные Приараксинской полосы и Карабахской степи, серо-бурые почвы Апшерона, лугово-лесные почвы Шеки-Загатальской зоны и Нахичеванской АР, солончаки Ширванской степи.

Поверхностный способ орошения рекомендуется применять на почвах с низкой водопроницаемостью (3 см/ч). Занимая 1,5% территории республики, эти земли распространены на серо-бурых почвах Мильской степи, серозёмно-луговых почвах Ширванской степи и лугово-болотных почвах Ленкоранской зоны (таблица 1).

На основе показателей водопроницаемости почв с помощью соответствующей карты мы разместили способы орошения по зонам республики [9] (рисунок 1).

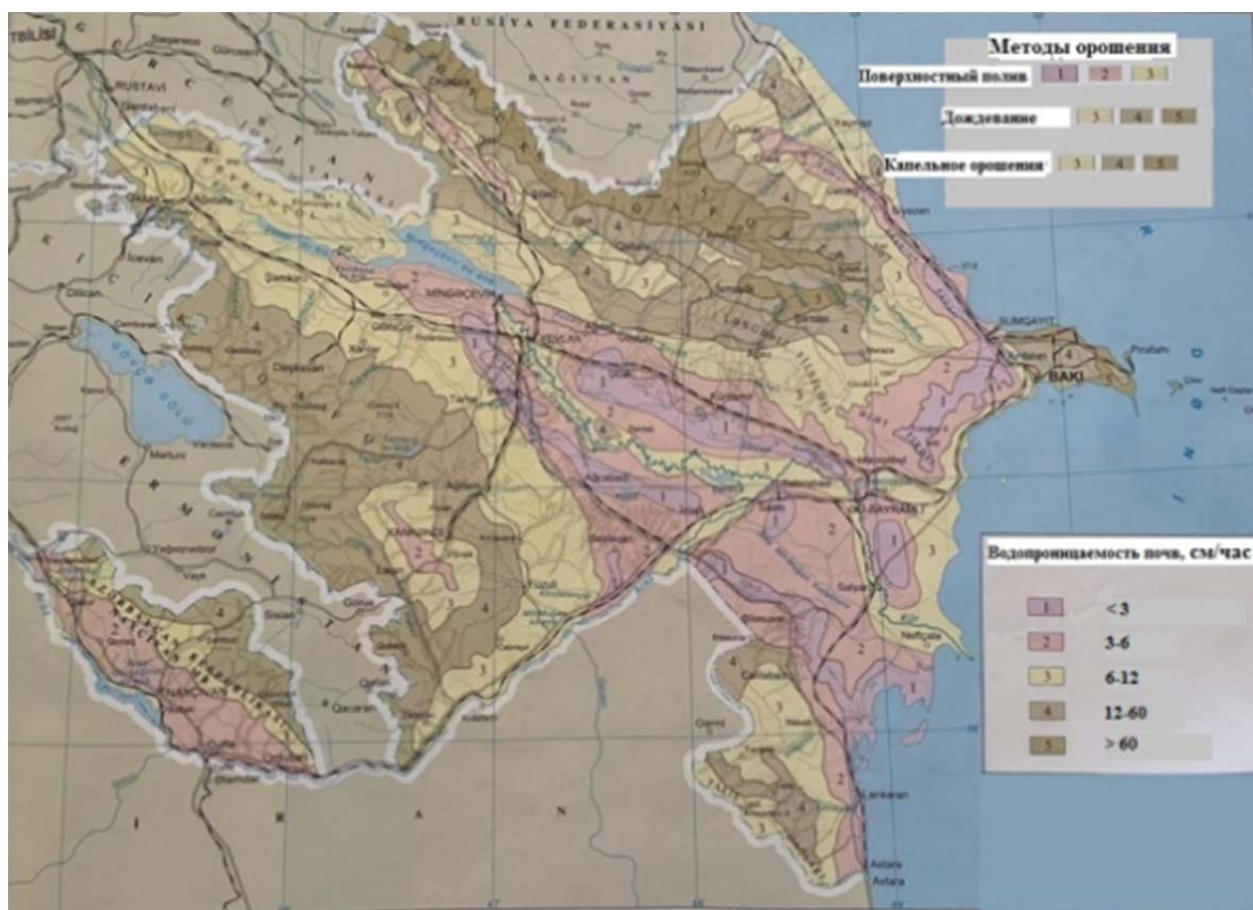


Рисунок 1 – Выбор способов орошения с учётом водопроницаемости почв Азербайджанской Республики

Глубина залегания грунтовых вод. Одними из факторов, существенно влияющих на выбор способов и техники орошения, являются уровень и минерализация грунтовых вод. Применение всех способов орошения возможно при глубине залегания грунтовых вод более 3,6 м. Характерно

глубокое залегание грунтовых вод (более 3,5 м) в Гянджинско-Дашкесанской, Газахско-Товузской, Шеки-Загатальской зонах, Карабахской, Ширвано-Сальянской, Ленкоранской, Губа-Хачмазской зонах, северной части Миль-Муганской зоны, центральной части Апшеронского полуострова. В условиях близкого залегания грунтовых вод (1,5-2,5 м) целесообразно орошение дождеванием, капельным способом, поверхностный способ полива ограничен.

Залегание грунтовых вод на глубине 1,5-2,5 м характерно для равнинной части Кура-Араксинской и Прикаспийской низменностей, юго-западной части Нахичевана.

При глубине залегания минеральных грунтовых вод менее 1,5 м, а залегания пресных вод менее 1,0 м поверхностный способ орошения исключается, рекомендуется дождевание.

Очень близкая глубина залегания грунтовых вод характерна для прибрежных зон Каспийского моря: Губа-Хачмазской, Апшеронской, Ширвано-Сальянской, Ленкоранской (таблица 2).

Таблица 2 – Выбор способов орошения с учётом глубины залегания грунтовых вод по территории республики

Глубина залегания грунтовых вод, м		
>3,5	1,5-2,5	<1,5
Зоны и районы		
Гянджа-Дашкесанская, Газахско-Товузская, Шеки-Загатальская, Карабахская, Ширвано-Сальянская, Ленкоранская, Губа-Хачмазская зоны, северная часть Миль-Муганской зоны, центральная часть Апшеронского полуострова	Равнинные части Кура-Араксинской и Прикаспийской низменностей, юго-западная часть Нахичевана	Прибрежные районы Каспийского моря: Губа-Хачмазский, Апшеронский, Ширвано-Сальянский, Ленкоранский
Капельный способ орошения		
+	+	–
Поверхностный способ		
+	–	–
Дождевание		
+	+	+

На основе показателей глубины залегания грунтовых вод с помощью соответствующей карты мы разместили способы орошения по зонам республики (рисунок 2) [9].

Степень засоления почв. На засоленных орошаемых почвах следует применять опреснительный режим орошения, при этом поливные нормы увеличивают на 20-30% для выноса водорастворимых солей из корнеобитаемого слоя.

Для этих почв не рекомендуются дождевание и капельное орошение. По сведениям В. Волобуева, Г. Азизова и А. Гадимова, почвы с очень сильным засолением с содержанием солей более 2% по плотному остатку и сильно засоленные с содержанием солей 1-2 % распространены в Мугано-Сальянской зоне, в Ширванской зоне в районе между Ширванским коллектором и Северным сбросным коллектором, а также в центральной части Ширванской равнины, в Миль-Карабахской зоне. Отдельные массивы таких земель существуют по реке Куре в Газахско-Товузской зоне. На этих почвах целесообразно использовать поверхностные способы орошения на фоне дренажа. Применение дождевания и капельного орошения не рекомендуется. Среднезасоленные земли с содержанием солей 0,5-1 % и слабозасоленные земли 0,25-0,50 % имеются в каждой из названных четырёх зон в виде отдельных небольших массивов. На таких почвах рекомендуется применять поверхностное орошение и дождевание, а на слабозасоленных – ещё и капельное орошение. Незасоленные орошаемые земли с содержанием солей менее 0,25 % распространены вдоль реки Куры в Мугано-Сальянской зоне, вдоль реки Аракс, в предгорных районах Миль-Карабахской, Ширванской и Газахско-Товузской зон. Незасоленные почвы преобладают в Апшеронской и Ленкоранской зонах. На незасоленных почвах полив можно проводить любым способом (таблица 3).

На основе показателей степени засоления почв с помощью соответствующей карты мы разместили способы орошения по зонам республики (рисунок 3) [9].

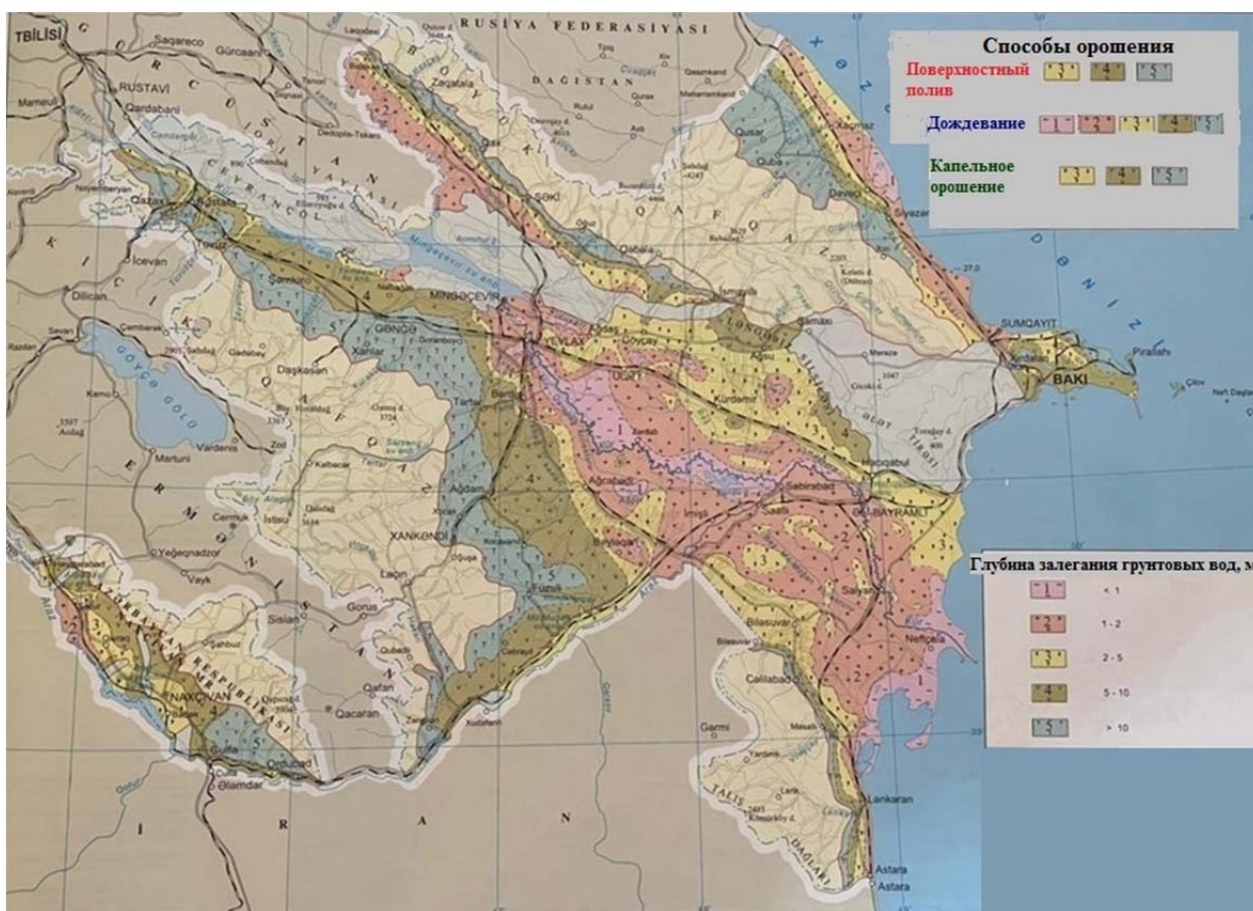


Рисунок 2 – Размещение способов орошения с учётом глубины залегания грунтовых вод

Таблица 3 – Выбор способов орошения с учётом степени засоления почв по территории республики

Количество солей, %			
>2	0,5-1	<0,5	
Степень засоления, %			
1-2	0,25-0,50	<0,25	Незасоленные
Зоны и районы			
Муган-Мильская зона, Ширванская зона, центральная часть Ширванской равнины, расположенные между Ширванским коллектором и Северным сбросным коллектором, Миль-Карабахская зона	По реке Кура, Газахско-Товузская зона	Вдоль реки Куры в Мугано-Сальянской зоне, вдоль реки Аракс, в предгорных районах Миль-Карабахской, Ширванской и Газахско-Товузской зоны	Апшеронская и Ленкоранская зоны
Капельный способ орошения			
-	-	+	+
Поверхностный способ			
+	+	+	+
Дождевание			
-	-	+	+

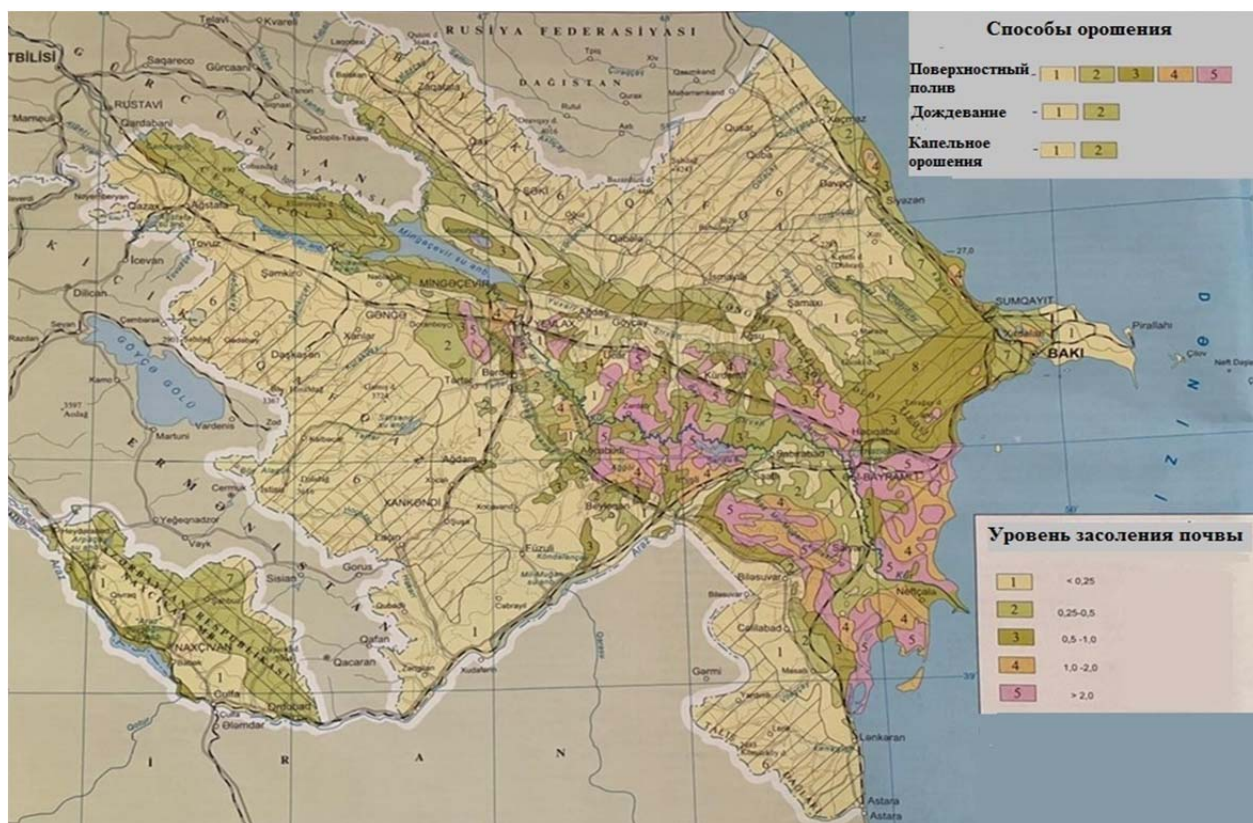


Рисунок 3 – Размещение способов орошения с учётом степени засоления почв

Выводы:

1. Очень высокопроницаемые почвы (>60 см/ч) составляют 5,6% от общей площади земель республики. На очень высокопроницаемых почвах для полива рекомендуется применение всех типов дождевальных систем и машин, а также капельное орошение.

2. Почвы с высокой водопроницаемостью широко распространены по территории республики (59%). На почвах с высокой водопроницаемостью (12-60 см/ч) рекомендуется использование всех устройств и машин дождевания, а также капельный метод орошения. Поверхностный полив не рекомендуется.

3. Почвы со средней водопроницаемостью (6-12 см/ч) по республике составляют 26,7% от общей площади. На почвах со средней водопроницаемостью возможно применение длинноструйных и среднеструйных способов дождевания с интенсивностью проникновения в почву не более 0,2-0,25 мм/мин, капельного и подпочвенного орошения. Применение метода поверхностного орошения ограничивается некоторыми условиями.

4. Почвы с пониженной водопроницаемостью (3-6 см/ч) составляют 7% территории республики. Поверхностный способ орошения целесообразно использовать на почвах с пониженной водопроницаемостью. Дождевание и капельный способ орошения на этих почвах не целесообразны.

5. Применение всех способов орошения возможно при глубине залегания грунтовых вод более 3,6 м.

6. При глубине залегания минеральных грунтовых вод менее 1,5 м, а залегания пресных вод менее 1,0 м поверхностный способ орошения исключается.

7. В сильно засоленных почвах целесообразно использовать поверхностные способы орошения.

8. На незасоленных почвах полив можно проводить любым способом.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Ахмедзаде А.Д., Гашимов А.Д. Мелиорация и водное хозяйство: Энциклопедия. – Баку: Radius, 2016. – 632 с.
- [2] Иманов Ф.А., Алекперов А.Б. Современные изменения и комплексное управление водными ресурсами Азербайджана. – Баку: Муртаджим, 2017. – 353 с.
- [3] Сборник материалов по проекту «Улучшение продуктивности воды на уровне поля» (wpi - pl). – Ташкент, 2012.
- [4] Пулатов Я.Э. Водосберегающие технологии орошения и эффективность использования воды в сельском хозяйстве // Экология и строительство. – 2017. – № 4. – С. 21-26.
- [5] Ресурсосберегающие энергоэффективные экологически безопасные технологии и технические средства орошения: справочник / Под общ. ред. Г. В. Ольгаренко. – Москва: ФГБНУ «Росинформагротех», 2015. – 263 с.
- [6] Мамедов Г.С. Социально-экономические и экологические основы эффективного использования земельных ресурсов. – Баку: Елм, 2007. – 856 с.
- [7] Алиев Б.М., Гусейнов Г.М., Надиров Н.Г. Оптимальные поливные режимы основных сельскохозяйственных культур, выращиваемых на Апшеронском полуострове // Мелиорация земель Азербайджанской Республики. – М., 1979. – Вып. 5.
- [8] Баширов Н.Б. Прогрессивная техника орошения. – Баку: Елм, 1999. – 139 с.
- [9] Мамедов Г.Ш., Бабаев М.П., Мовсумов З.Р. и др. Почвенный атлас Азербайджанской Республики. – Баку: Бакинская картографическая фабрика, 2007. – 83 с.

REFERENCES

- [1] Akhmedzade A.D., Gashimov A.D. Encyclopedia, Amelioration and water management. Baku: Radius, 2016. 632 p. (in Russ.).
- [2] Imanov F.A., Alekperov A.B. Modern changes and integrated management of water resources of Azerbaijan. Baku: Murtajim, 2017. 353 p. (in Russ.).
- [3] Collection of materials on the project "Improvement of water productivity at field level" (wpi - pl). Tashkent, 2012 (in Russ.).
- [4] Pulatov Ya.E. Water-saving irrigation technologies and efficiency of water use in agriculture // Ecology and construction. 2017. No. 4. P. 21-26 (in Russ.).
- [5] Resource-saving energy-efficient environmentally safe technologies and technical means of irrigation: handbook / Under the general ed. by G. V. Olgarenko. Moscow: FGBNU "Rosinformagrotech", 2015. 263 p. (in Russ.).
- [6] Mamedov G.S. Socio-economic and environmental foundations for the efficient use of Azerbaijan's land resources. Baku: Elm, 2007. 856 p. (in Russ.).
- [7] Aliyev B.M., Huseynov G.M., Nadirov N.G. Optimal irrigation regimes of the main agricultural crops grown on the Absheron Peninsula // Land reclamation of the Azerbaijan Republic. M., 1979. Issue 5 (in Russ.).
- [8] Bashirov N.B. Progressive irrigation technique. Baku: Elm, 1999. 139 p. (in Russ.).
- [9] Mamedov G.Sh., Babaev M.P., Movsumov Z.R. et al. Soil Atlas of the Azerbaijan Republic. Baku: Baku Cartographic Factory, 2007. 83 p. (in Russ.).

С. М. Шахмалиева

Ф. а. ф. д., доцент, суару режимдері секторының меңгерушісі
("Мелиорация ғылыми-зерттеу институты" ЖШҚ, Баку, Әзірбайжан)

ӘЗІРБАЙЖАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ АУМАҒЫНДА СУАРУ ӘДІСТЕРІНЕ ТАҢДАУ ЖАСАУДА ТОПЫРАҚ-МЕЛИОРАЦИЯЛЫҚ ФАКТОРЛАРДЫҢ ӘСЕРІ

Аннотация. Мақалада суару техникасын таңдауға әсер ететін факторларға тоқталған. Топырақтың су өткізгіштігіне, жер асты суларының орналасу тереңдігіне, топырақтың тұздану дәрежесіне қысқаша сипаттама берілген және олардың республика аймақтарбойынша өзгергіштігі көрсетілген. Сондай-ақ, қарастырылған факторларды ескере отырып, республика аймақтарында суару тәсілдеріне таңдау жасалды.

Түйін сөздер: су өткізгіштік, суды үнемдеу, жаңбырлату, тамшылау әдісі, жер үсті суару, суару техникасы, топырақ-мелиоративтік факторлар, аудандастыру.

S. M. Shahmaliyeva

PhD in Agricultural Sciences, Associate Professor, Head of the "Irrigation regimes" sector
("Amelioration Scientific-Research Institute" LLC, Baku, Azerbaijan)

**INFLUENCE OF SOIL AND AMELIORATION FACTORS ON THE CHOICE OF IRRIGATION
METHODS IN THE REPUBLIC OF AZERBAIJAN**

Abstract. The factors affecting the choice of irrigation equipment are enumerated in the article. A brief description of the water permeability of the soil was obtained, the depth of groundwater, the degree of soil salinization is given, and their variability in the republic's zones was shown. Also, choice of irrigation methods was carried out in the republic zones according according into account the given factors.

Keywords: water permeability, water conservation, drip method, surface watering, irrigation equipment, soil-reclamation factors, zoning.

МАЗМҰНЫ – СОДЕРЖАНИЕ – CONTENTS

Гидрогеология – Гидрогеология – Hydrogeology

- Абсаметов М. К., Жакибаева А. Ж., Муртазин Е. Ж., Ливинский Ю. Н., Джабасов А. М.*
Оценка обеспеченности, состояния и перспектив использования ресурсов подземных вод
для питьевого водообеспечения Западно-Казахстанского региона..... 3
(*Absametov M. K., Zhakibayeva A. Zh., Murtazin Ye. Zh., Livinskiy Yu. N., Jabassov A. M.*
Assessment of supportability, condition and the outlook for the groundwater resources use
for drinking water supply in the West Kazakhstan region)

Гидрология – Гидрология – Hydrology

- Ершова Н. В., Нурбацзина А. А.* Анализ методов расчета испаряемости для условий
северного склона Кыргызского хребта (на примере бассейна реки Сокулук)..... 16
(*Ershova N. V., Nurbatsina A. A.* Analysis of methods for calculation of evaporation for the conditions
of the northern slope of the Kyrgyz ridge (by the example of the Sokuluk river basin))

Гляциология – Гляциология – Glaciology

- Ерисковская Л. А.* Изменение климатических условий на леднике Туйыксу..... 26
(*Yeriskovskaya L. A.* Changes in climatic conditions on the Tuuyksu glacier)

Климатология және метеорология

Климатология и метеорология

Climatology and meteorology

- Медеуова Г. А., Мадибеков А. С., Турашов Ш. Е.* Өртүрлі синоптикалық жағдайларда
Алматы қаласының ауасының ластануы..... 34
(*Medeueva G. A., Madibekov A. S., Turashov Sh. E.* Air pollution in the city of Almaty
in different synoptical situations)

Табиғатты ұтымды пайдалану

Рациональное природопользование

Environmental management

- Kalikhman T. P.* Review of the current state of territorial nature protection in Siberia and Mongolia..... 48
Шахмалиева С. М. Влияние почвенно-мелиоративных факторов на выбор способов орошения
в Азербайджанской Республике..... 60
(*Shahmaliyeva S.M.* Influence of the soil and amelioration factors on the choice of irrigation methods
in the Republic of Azerbaijan)

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

В журнале публикуются статьи, посвященные проблемным вопросам географической науки и геоэкологии, а также научные сообщения теоретического, методического, экспериментального и прикладного характера, тематические обзоры, критические статьи и рецензии, в том числе в виде писем в редакцию, библиографические сводки, хроника научной жизни. Тексты статей и других материалов могут предоставляться на казахском, русском или английском языках. Редакция принимает материалы в электронном виде, набранные в текстовом редакторе Microsoft Word, в сопровождении идентичной бумажной версии. Поля: верхнее и нижнее – 2,4 см, правое и левое – 2,2 см. Текст (шрифт «Times New Roman») дается в одну колонку через межстрочный интервал 1,0 и для него устанавливается автоматический перенос. Страницы нумеруются. Материал статьи (текст, включая аннотации на казахском, русском и английском языках, рисунки, таблицы, список литературы) оформляется одним файлом. Объем статьи со всеми структурными элементами не должен превышать 50 000 знаков с пробелами (до 12 стр.), других материалов – 20 000 знаков с пробелами (до 4 стр.).

Рукописи статей оформляются следующим образом: 1) УДК (выравнивание текста «левый край», кегль 10); 2) через один интервал инициалы и фамилии всех авторов через запятую (выравнивание текста «по центру», начертание «полужирный», регистр «начинать с прописных», кегль 11; если авторов несколько, после фамилии каждого указывается надстрочным индексом порядковый номер арабской цифрой); 3) через один интервал – ученое звание и степень автора, должность, в скобках – полное название организации, в которой он работает, город, страна (выравнивание текста «по центру», кегль 10; если авторов несколько, сведения даются о каждом из них отдельной строкой через одинарный интервал, а начинается каждая строка с надстрочного индекса порядкового номера после фамилии автора); 4) через один интервал – название статьи без переноса (выравнивание текста «по центру», начертание «полужирный», регистр «все прописные», кегль 14); 5) через один интервал – аннотация из 5–10 предложений, объемом до 1200 знаков с пробелами (начинать абзац следующим образом: «Аннотация. ... (каз. яз.)», «Аннотация. ... (рус. яз.)», «Abstract. ... (англ. яз.)») на том языке, на котором написан основной текст рукописи (абзац «0,75 см», выравнивание текста «по ширине», регистр «все строчные», кегль 10); 6) через один интервал 5–7 ключевых слов (начинать абзац следующим образом: «Түйін сөздер: ...», «Keywords: ...», «Ключевые слова: ...»), сортированных по алфавиту, на том языке, на котором написан основной текст рукописи (абзац «0,75 см», выравнивание текста «по ширине», регистр «все строчные», кегль 10).

Основной текст разбивается на структурные элементы: введение, постановка проблемы, методика исследований, источники данных, результаты исследований, обсуждение результатов, заключение (выводы), источник финансирования исследований (при необходимости), список литературы. Перед списком литературы может помещаться благодарность лицам и организациям, оказавшим помощь в написании статьи. Необщепринятые аббревиатуры должны расшифровываться в тексте при первом упоминании. Параметры текста: абзац «0,75 см», выравнивание «по ширине», регистр «как в предложениях», кегль 11.

Под заголовком «ЛИТЕРАТУРА» приводится список источников, на которые есть ссылки в тексте. Литература приводится сначала на языке оригинала, затем дублируется на английском языке «REFERENCES» (абзац «0,75 см», выравнивание «по ширине», регистр «как в предложениях», кегль 9). В тексте ссылки на номера списка даются в квадратных скобках. Запись каждой библиографической ссылки в списке начинается с ее порядкового номера в тексте: «[1] Петрова С.Н. Научно-исследовательская деятельность ...»). Список литературы оформляется по ГОСТ 7.1–2003 и тщательно выверяется автором. Транслитерация не допускается!

Далее следует резюме. Для статьи, предоставленной на *казахском языке*, требуются русский и английский переводы; на *русском языке* – казахский и английский переводы; на *английском языке* – казахский и русский переводы. Для авторов из зарубежья резюме на казахский язык переводится в редакции в соответствии с предоставленным на русском и английском языках. Структура двуязычных резюме: инициалы и фамилии всех авторов через запятую (после фамилии каждого указывается надстрочным индексом порядковый номер арабской цифрой); ученое звание и степень автора, должность, в скобках – полное название организации, в которой он работает, город, страна (если авторов несколько, сведения даются отдельной строкой через одинарный интервал, а начинается каждая строка с надстрочного индекса порядкового номера после фамилии автора); название статьи; аннотация, приведенная в начале статьи (начинать абзац следующим образом: «Аннотация. ... (каз. яз.)», «Аннотация. ... (рус. яз.)», «Abstract. ... (англ. яз.)»); ключевые слова, приведенные в начале статьи (начинать абзац следующим образом: «Түйін сөздер: ...», «Keywords: ...», «Ключевые слова: ...»).

Таблицы набираются в формате Microsoft Word (не Microsoft Excel), кегль 9. В статье даются ссылки на все таблицы. Располагать их следует сразу после упоминания в тексте или на следующей странице. Название таблицы должно отражать ее содержание, быть точным, кратким. Например, «Таблица 1 – Средний многолетний расход р. Жайык, м³/с». Размещать его следует над таблицей, без абзацного отступа (выравнивание текста «по центру», кегль 9). Не допускается перенос части таблицы на следующую страницу. Большие таблицы допускается размещать на всю страницу с ориентацией «альбомная». Таблицы и графы в них должны иметь заголовки, сокращения слов не допускаются. Повторяющийся в разных строках графы таблицы текст из одного слова после первого написания допустимо заменять кавычками. Если он состоит из двух и более слов, то при первом повторении его заменяют словами «то же», а далее – кавычками. Ставить кавычки вместо повторяющихся цифр, марок, знаков, математических и химических символов не допускается. Если данные в какой-либо строке таблицы не приводят, то в ней ставят прочерк.

Рисунки должны быть выполнены в хорошем качестве, а их общее количество не превышать 5. Рисунки располагают непосредственно после текста, в котором они упоминаются впервые, или на следующей странице. Все надписи на рисунках должны хорошо читаться; по возможности их следует заменять буквами или цифрами, а необходимые пояснения давать в тексте или в подрисуночных подписях. В подрисуночной подписи необходимо четко отделить (новая строка) собственно название рисунка от объяснений к нему (экспликация). Подрисуночные подписи должны соответствовать тексту (но не повторять его) и изображениям. Например, «Рисунок 1 – Карта плотности населения в бассейне р. Жайык, чел. на 1 км²» (выравнивание текста «по центру», кегль 9). Фотографии должны быть четкими, без дефектов. Все рисунки также предоставляют отдельными файлами: для растровых изображений – в формате JPEG/TIFF/PSD, для векторных – в совместимом с Corel Draw или Adobe Illustrator. Разрешение растровых изображений в оттенках серого и RGB цветах должно быть 300 dpi, чёрно-белых – 600 dpi. Рекомендуемые размеры: ширина – 85, 120–170 мм, высота – не более 230 мм. При необходимости файлы могут быть заархивированы, предпочтительно в форматах ZIP или ARJ.

Математические обозначения и формулы нужно набирать в Microsoft equation и размещать в тексте отдельных строках, нумеруя только те, на которые есть ссылки в тексте. Русские и греческие буквы в формулах и статьях, а также математические символы и химические элементы набираются прямым шрифтом, латинские буквы – курсивом.

К статье следует приложить: 1) сопроводительное письмо; 2) рецензию на 1 стр.; 3) экспертное заключение об отсутствии секретных сведений в публикации, выданное организацией, в которой выполнена работа (в особых случаях возможно составление в редакции после внутреннего рецензирования); для нерезидентов Республики Казахстан экспертное заключение не требуется; 4) краткое заключение лаборатории (кафедры, отдела и др.), где выполнена представленная к публикации работа; 5) сведения о каждом авторе: ФИО (полностью), ученые степень и звание, должность и место работы, контактные E-mail, телефоны, факс.

Сданные в редакцию материалы авторам не возвращаются. Не соответствующие требованиям статьи не рассматриваются. Если статья отклонена, редакция сохраняет за собой право не вести дискуссию по мотивам отклонения.

Все материалы проходят внутреннее и внешнее рецензирование. Редакция просит авторов отмечать все изменения, внесенные в статью после исправления или доработки текста по замечаниям рецензента (например, цветом). При работе над рукописью редакция вправе ее сократить. В случае переработки статьи по просьбе редакционной коллегии журнала датой поступления считается дата получения редакцией окончательного варианта. За достоверность приведенных в статье научных фактов полную ответственность несет автор (авторы в равной мере, если их несколько).

Адрес редакции журнала «География и водные ресурсы»:

Республика Казахстан, 050010, г. Алматы, ул. Пушкина, 99,

АО «Институт географии и водной безопасности».

Тел.: +7(727)2918129 (приемная); факс: +7(727)2918102

E-mail: journal.ingeo@gmail.com

Сайт: <http://www.ojs.ingeo.kz>

Ғылыми жарияланымдардың этикасы

«География мен су ресурстары» журналының редакциялық алқасы халықаралық қоғамдастық қабылдаған жариялау этикасының қағидаттарын ұстанады, сондай-ақ беделді халықаралық журналдар мен баспалардың құнды тәжірибесін ескереді.

Баспа қызметіндегі жосықсыз тәжірибені болдырмау мақсатында (плагиат, жалған ақпаратты ұсыну және т.б.) және ғылыми жарияланымдардың жоғары сапасын қамтамасыз ету, автордың алған ғылыми нәтижелерін жұртшылықпен таныстыру мақсатында редакциялық кеңестің әрбір мүшесі, автор, рецензент, сондай-ақ баспа барысында қатысатын мекемелер этикалық стандарттарды, нормалар мен ережелерді сақтауға және олардың бұзылуын болдырмау үшін барлық іс-шараларды қабылдауға міндетті. Осы процеске қатысушылардың барлығының ғылыми жарияланым этикасы ережелерін сақтау авторлардың зияткерлік меншік құқықтарын қамтамасыз етуге, басылым сапасын арттыруға және авторлық ақпараттарды, жеке тұлғалардың мүддесі үшін заңсыз пайдалану мүмкіндігін болдырмауға ықпал етеді.

Редакцияға келіп түскен барлық ғылыми мақалалар міндетті түрде екі жақты шолудан өтеді. Журнал редакциясы мақаланың журнал бейініне, ресімдеу талаптарына сәйкестігін белгілейді және қолжазбаның ғылыми құндылығын айқындайтын және мақала тақырыбына неғұрлым жақын ғылыми мамандандырулары бар екі тәуелсіз рецензент – мамандарды тағайындайтын журналдың жауапты хатшысының бірінші қарауына жібереді. Мақалаларды рецензиялауды редакциялық кеңес және редакциялық алқа мүшелері, сондай-ақ басқа елдердің шақырылған рецензенттері жүзеге асырады. Мақалаға сараптама жүргізу үшін белгілі бір рецензентті таңдау туралы шешімді Бас редактор қабылдайды. Рецензиялау мерзімі 2-4 аптаны құрайды, бірақ рецензенттің өтініші бойынша ол ұзартылуы мүмкін.

Редакция мен рецензент қарауға жіберілген жарияланбаған материалдардың құпиялылығын сақтауға кепілдік береді. Жариялау туралы шешімді журналдың редакциялық алқасы рецензиялаудан кейін қабылдайды. Қажет болған жағдайда қолжазба авторларға рецензенттер мен редакторлардың ескертулері бойынша жөнделуге жіберіледі, содан кейін ол қайта рецензияланады. Редакция этика ережелерін бұзған жағдайда мақаланы жариялаудан бас тартуға құқылы. Егер ақпаратты плагиат деп санауға жеткілікті негіз болса, жауапты редактор жариялауға жол бермеуі керек.

Авторлар редакцияға ұсынылған материалдардың жаңа, бұрын жарияланбаған және түпнұсқа екендігіне кепілдік береді. Авторлар ғылыми нәтижелердің сенімділігі мен маңыздылығына, сондай-ақ ғылыми этика қағидаттарын сақтауға, атап айтқанда, ғылыми этиканы бұзу фактілеріне жол бермеуге (ғылыми деректерді тұжырымдау, зерттеу деректерін бұрмалауға әкелетін бұрмалау, плагиат және жалған тең авторлық, қайталау, басқа адамдардың нәтижелерін иемдену және т. б.) жауапты болады.

Мақаланы редакцияға жіберу авторлардың мақаланы (түпнұсқада немесе басқа тілдерге немесе басқа тілдерге аударылған) басқа журналға (журналдарға) бермегенін және бұл материал бұрын жарияланбағанын білдіреді. Әйтпесе, мақала авторларға авторлық құқықты бұзғаны үшін мақаланы қабылдамау туралы ұсыныспен дереу қайтарылады. Басқа автор жұмысының 10 пайызынан астамын оның авторлығын және дереккөзге сілтемесіз сөзбе-сөз көшіруге жол берілмейді. Алынған көріністер немесе мәлімдемелер автор мен бастапқы көзді міндетті түрде көрсете отырып жасалуы керек. Шамадан тыс көшіру, сондай-ақ кез-келген нысандағы плагиат, оның ішінде рәсімделмеген дәйексөздер, өзгерту немесе басқа адамдардың зерттеулерінің нәтижелеріне құқықтар иемдену этикалық емес және қолайсыз. Зерттеу барысына қандай да бір түрде әсер еткен барлық адамдардың үлесін мойындау қажет, атап айтқанда, мақалада зерттеу жүргізу кезінде маңызды болған жұмыстарға сілтемелер ұсынылуы керек. Қосалқы авторлардың арасында зерттеу-ге қатыспаған адамдарды көрсету болмайды.

Егер жұмыста қате табылса, редакторға тез арада хабарлау керек және бірге түзету туралы шешім қабылдау керек.

Қолжазбаны жариялаудан бас тарту туралы шешім рецензенттердің ұсынымдарына сәйкес редакциялық алқа отырысында қабылданады. Редакциялық алқаның шешімімен жариялауға ұсынылмаған мақала қайта қарауға қабылданбайды. Жариялаудан бас тарту туралы хабарлама авторға электрондық пошта арқылы жіберіледі.

Редакциялық алқа мақаланы жариялауға жіберу туралы шешім қабылдағаннан кейін редакция бұл туралы авторға хабарлайды және жариялау мерзімін көрсетеді.

Этика научных публикаций

Редакционная коллегия журнала «География и водные ресурсы» придерживается принятых международным сообществом принципов публикационной этики, а также учитывает ценный опыт авторитетных международных журналов и издательств.

Во избежание недобросовестной практики в публикационной деятельности (плагиат, изложение недостоверных сведений и др.) и в целях обеспечения высокого качества научных публикаций, признания общественностью полученных автором научных результатов каждый член редакционного совета, автор, рецензент, а также учреждения, участвующие в издательском процессе, обязаны соблюдать этические стандарты, нормы и правила и принимать все меры для предотвращения их нарушений. Соблюдение правил этики научных публикаций всеми участниками этого процесса способствует обеспечению прав авторов на интеллектуальную собственность, повышению качества издания и исключению возможности неправомерного использования авторских материалов в интересах отдельных лиц.

Все научные статьи, поступающие в редакцию, подлежат обязательному двойному слепому рецензированию. Редакция Журнала (ответственный секретарь Журнала) устанавливает соответствие статьи профилю Журнала, требованиям к оформлению и направляет ее на первое рассмотрение, определяет научную ценность рукописи и назначает двух независимых рецензентов – специалистов, имеющих наиболее близкие к теме статьи научные специализации. Рецензирование статей осуществляется членами редакционной коллегии, а также приглашенными рецензентами из других стран. Решение о выборе того или иного рецензента для проведения экспертизы статьи принимает главный редактор. Срок рецензирования составляет 2-4 недели, но по просьбе рецензента он может быть продлен.

Редакция и рецензент гарантируют сохранение конфиденциальности не опубликованных материалов. Решение о публикации принимается редакционной коллегией Журнала после рецензирования. В случае необходимости рукопись направляется авторам на доработку по замечаниям рецензентов и редакторов, затем она повторно рецензируется. Редакция оставляет за собой право отклонить публикацию статьи в случае нарушения правил этики. Ответственный редактор не должен допускать к публикации информацию, если имеется достаточно оснований полагать, что она является плагиатом.

Авторы гарантируют, что представленные в редакцию материалы являются новыми, ранее не опубликованными и оригинальными. Они несут ответственность за достоверность и значимость научных результатов, а также соблюдение принципов научной этики, в частности недопущение фактов нарушения научной этики (фабрикация научных данных, фальсификация, ведущая к искажению исследовательских данных, плагиат и ложное соавторство, дублирование, присвоение чужих результатов и др.).

Направляя статью в редакцию, авторы подтверждают, что данная статья не была ранее опубликована и не передавалась в другой журнал(ы) как в оригинале, так и в переводе на другие языки или с других языков. В противном случае статья немедленно возвращается авторам с рекомендацией отклонить статью за нарушение авторских прав. Не допускается дословное цитирование работы другого автора без указания его авторства и ссылок на источник. Заимствованные фрагменты или утверждения должны быть оформлены с обязательным указанием автора и первоисточника. Чрезмерные заимствования, а также плагиат в любых формах, включая неоформленные цитаты, перефразирование, перевод или присвоение прав на результаты чужих исследований, неэтичны и неприемлемы. Необходимо признавать вклад всех лиц, так или иначе повлиявших на ход исследования. В частности, в статье должны быть представлены ссылки на работы, которые имели значение при проведении исследования. Среди соавторов недопустимо указывать лиц, не участвовавших в исследовании. Если обнаружена ошибка в работе после подачи статьи, необходимо срочно уведомить редактора и вместе принять решение об исправлении.

Решение об отказе в публикации рукописи принимается редакционной коллегией в соответствии с рекомендациями рецензентов. Статья, не рекомендованная решением редакционной коллегии к публикации, к повторному рассмотрению не принимается. Сообщение об отказе в публикации направляется автору по электронной почте.

После принятия редколлегией Журнала решения о допуске статьи к публикации редакция информирует об этом автора и указывает сроки публикации.

Ethics of scientific publications

In order to avoid unfair practices in publishing activities (plagiarism, presentation of false information, etc.) and in order to ensure the high quality of scientific publications, public recognition of the scientific results obtained by the author, each member of the editorial board, author, reviewer, as well as institutions involved in the publishing process, must comply with ethical standards, rules and regulations and take all measures to prevent their violations. Compliance with the rules of ethics of scientific publications by all participants in this process contributes to ensuring the rights of authors to intellectual property, improving the quality of the publication, and excluding the possibility of illegal use of copyright materials in the interests of individuals.

All scientific articles submitted to the editorial office are subject to mandatory double-blind review. The editorial board of the Journal (Responsible secretary) establishes the correspondence of the article to the profile of the Journal, the requirements for registration and sends it for the first consideration, determines the scientific value of the manuscript and appoints two independent reviewers - specialists who have scientific specializations closest to the topic of the article. Reviewing of articles is carried out by members of the editorial board, as well as invited reviewers from other countries. The decision on choosing a reviewer for the examination of the article is made by the editor-in-chief. The review period is 2-4 weeks, but it can be extended at the request of the reviewer.

The editorial board and the reviewer guarantee the confidentiality of unpublished materials. The decision on publication is made by the editorial board of the Journal after reviewing. The manuscript is sent to the authors for revision based on the comments of reviewers and editors if necessary. After which, it is re-reviewed. The editors reserve the right to reject the publication of an article in case of a violation of the rules of ethics. The executive editor should not allow information to be published if there are sufficient grounds to believe that it is plagiarism.

The authors guarantee that the submitted materials to the editorial office are new, previously unpublished, and original. Authors are responsible for the reliability and significance of scientific results, as well as adherence to the principles of scientific ethics, in particular, the prevention of violations of scientific ethics (fabrication of scientific data, falsification leading to distortion of research data, plagiarism, and false co-authorship, duplication, appropriation of other people's results, etc.).

The submission of an article to the Editorial Board means that the authors did not transmit the article (in original or translation into other languages or from other languages) to another journal (s), and this material has not been previously published. Otherwise, the article is immediately returned to the authors with a recommendation to reject the article for copyright infringement. Verbatim quoting of the work of another author is not allowed without indicating his authorship and references to the source. Borrowed fragments or statements must be made with the obligatory indication of the author and the source. Excessive borrowing as well as plagiarism in any form, including unofficial quotations, paraphrasing, or appropriation of rights to the results of other people's research, is unethical and unacceptable. It is necessary to recognize the contribution of all persons, who in one way or another influenced the course of the research. In particular, the article, should contain references to works that were of importance in the conduct of the research. Among the co-authors, it is inadmissible to indicate persons who did not participate in the study.

If an error is found in work, it is necessary to notify the editor and together make a decision on the correction.

The decision to refuse publication of the manuscript is made at a meeting of the editorial board by the recommendations of the reviewers. An article not recommended for publication by the decision of the editorial board is not accepted for reconsideration. The refusal to publish is sent to the author by e-mail.

After the editorial board of the Journal decides on the admission of the article for publication, the editorial board informs the author about it and indicates the terms of publication.

Журналдың жауапты хатшысы –
ғылыми қызметкер **О. В. Радуснова**

Ответственный секретарь журнала –
научный сотрудник **О. В. Радуснова**

Responsible Secretary of the Journal –
Researcher **O. V. Radusnova**

Редакторы *Т. Н. Кривобокова*
Компьютерлік беттеген
Д. Н. Калкабекова

Редактор *Т. Н. Кривобокова*
Верстка на компьютере
Д. Н. Калкабековой

Editor *T. N. Krivobokova*
Makeup on the computer of
D. N. Kalkabekova

Басуға 27.06.2023 қол қойылды.
Пішіні 60x88¹/₈. Офсеттік басылым.
Баспа – ризограф. 4,7 п.л.
Таралымы 300 дана.

Подписано в печать 27.06.2023.
Формат 60x88¹/₈. Бумага офсетная.
Печать – ризограф. 4,7 п.л.
Тираж 300.

Passed for printing on 27.06.2023.
Format 60x88¹/₈. Offset paper.
Printing – risograph. 4,7 p/p.
Number of printed copies 300.

* * *

«Нурай Принт Сервис» ЖШС
баспаханасында басылып шықты
050026, Алматы қ., Мұратбаев көшесі
75, оф.3. Тел.: +7(727)234-17-02

* * *

Отпечатано в типографии
ТОО «Нурай Принт Сервис»
050026, г. Алматы,
ул. Мұратбаева, 75, оф. 3.
Тел.: +7(727)234-17-02

* * *

Printed in the publishing house
of the LLP «Nurai Print Service»
050026, Almaty, Muratbaev str., 75,
off. 3. Tel.: +7(727)234-17-02