

MPHTI: 68.31.21:38.61.31:38.61.91

УДК 556.31,556.3.04

[https://doi.org/10.52269/22266070\\_2025\\_1\\_174](https://doi.org/10.52269/22266070_2025_1_174)

### ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПОДЗЕМНЫХ ВОД ПАСТБИЩНЫХ ТЕРРИТОРИЙ ЮЖНОГО КАЗАХСТАНА

Оңласынов Ж.Ә.\* – PhD, заведующий лабораторией ГИС-технологий и ДЗЗ, Институт гидрогеологии и геоэкологии им У.М. Ахметсафина, Satbayev University, г. Алматы, Республика Казахстан.

Рахимов Т.А. – PhD, заведующий лабораторией Региональной гидрогеологии и геоэкологии, Институт гидрогеологии и геоэкологии им У.М. Ахметсафина, Satbayev University, г. Алматы, Республика Казахстан.

Муратова М.М. – ведущий инженер лаборатории ГИС-технологий и ДЗЗ, Институт гидрогеологии и геоэкологии им У.М. Ахметсафина, Satbayev University, г. Алматы, Республика Казахстан.

Акынбаева М.Ж. – младший научный сотрудник лаборатории ГИС-технологий и ДЗЗ, Институт гидрогеологии и геоэкологии им У.М. Ахметсафина, Satbayev University, г. Алматы, Республика Казахстан.

В настоящее время из 186,4 млн га пастбищных территорий страны более 56,5% пастбищных угодий не используется по причине отсутствия обводнения, то есть отсутствия инженерных сооружений для водопоя скота, питьевого и бытового водоснабжения обслуживаемого персонала. По данным Министерства сельского хозяйства в республике до 60,0% пастбищ значатся обводненными на протяжении более 10 последних лет, что не соответствует действительности. После ликвидации государственных и коллективных форм собственности в сельском хозяйстве многие объекты водной инфраструктуры на пастбищных территориях оказались бесхозными и вышли из строя.

В условиях ограниченности водных ресурсов Казахстана особую значимость приобретает оценка качества подземных вод, используемых для обводнения пастбищ. В данной работе представлены результаты химико-аналитических исследований подземных вод пастбищных территорий Южного Казахстана, проведенных в 2024 году. Исследования включают анализ минерализации, состава макро- и микроэлементов, а также выявление загрязняющих компонентов (нитраты, нефтепродукты, тяжелые металлы). Результаты показывают значительные региональные различия в химическом составе подземных вод. В ряде образцов выявлены превышения предельно допустимых концентраций нитратов и фтора. Полученные данные свидетельствуют о необходимости мониторинга и регулирования водопользования для обеспечения устойчивого развития животноводства в регионе.

**Ключевые слова:** подземные воды, пастбищные территории, химический состав воды, качество подземных вод, водопользование.

### ОҢТҮСТІК ҚАЗАҚСТАННЫҢ ЖАЙЫЛЫМ АУМАҚТАРЫНДАҒЫ ЖЕРАСТЫ СУЛАРЫНЫҢ САПАСЫН БАҒАЛАУ

Оңласынов Ж.Ә.\* – PhD, ЖҚЗ және ГАЖ технологиялары зертханасының меңгерушісі, «У.М.Ахмедсафин атындағы гидрогеология және геоэкология институты, Satbayev University», Алматы қ., Қазақстан Республикасы.

Рахимов Т.А. – PhD, Аймақтық гидрогеология және геоэкология зертханасының меңгерушісі, «У.М.Ахмедсафин атындағы гидрогеология және геоэкология институты, Satbayev University», Алматы қ., Қазақстан Республикасы.

Муратова М.М. – ЖҚЗ және ГАЖ технологиялары зертханасының бас инженері, «У.М.Ахмедсафин атындағы гидрогеология және геоэкология институты, Satbayev University», Алматы қ., Қазақстан Республикасы.

Акынбаева М.Ж. – ЖҚЗ және ГАЖ технологиялары зертханасының кіші ғылыми қызметкері, «У.М.Ахмедсафин атындағы гидрогеология және геоэкология институты, Satbayev University», Алматы қ., Қазақстан Республикасы.

Қазіргі уақытта елдің 186,4 млн. га жайылымдық аумағының 56,5% – дан астамы жайылымдық жерлердің сулануының болмауы, яғни мал суаруға, қызмет көрсетуші персоналды ауыз сумен және тұрмыстық сумен жабдықтауға арналған инженерлік құрылыстардың болмауы себебінен пайдаланылмайды. Ауыл шаруашылығы министрлігінің деректері бойынша республикада жайылымдардың 60,0% – ы соңғы 10 жылдан астам уақыт бойы суланған болып саналады, бұл шындыққа жанаспайды. Ауыл шаруашылығындағы мемлекеттік және ұжымдық меншік нысандары жойылғаннан кейін жайылымдық аумақтардағы су инфрақұрылымының көптеген объектілері иесіз болып, істен шықты.

Қазақстанның су ресурстары шектеулі болған жағдайда жайылымдарды суландыру үшін пайдаланылатын жерасты суларының сапасын бағалау ерекше маңызға ие болады. Бұл жұмыста 2024 жылы жүргізілген Оңтүстік Қазақстанның жайылымдық аумақтарының жер асты суларын химиялық-талдамалық зерттеулерінің нәтижелері ұсынылған. Зерттеулерге минералдануды, макро және микроэлементтердің құрамын талдау, сондай-ақ ластаушы компоненттерді (нитраттар, мұнай өнімдері, ауыр металдар) анықтау кіреді. Нәтижелер жер асты суларының химиялық құрамындағы айтарлықтай аймақтық айырмашылықтарды көрсетеді. Бірқатар үлгілерде нитраттар мен фтордың рұқсат етілген шекті концентрациясының артуы анықталды. Алынған деректер өңірде мал шаруашылығының тұрақты дамуын қамтамасыз ету үшін су пайдалануды мониторингілеу және реттеу қажеттігін айғақтайды.

**Түйінді сөздер:** жер асты сулары, жайылымдық аумақтар, судың химиялық құрамы, жер асты суларының сапасы, суды пайдалану.

## ASSESSMENT OF GROUNDWATER QUALITY IN PASTURE AREAS OF SOUTHERN KAZAKHSTAN

*Onlassynov Zh.A.\* – PhD, Head of the Laboratory of GIS technologies and earth remote sensing, Akhmedsafin Institute of Hydrogeology and Environmental Geoscience, Satbayev University, Almaty, Republic of Kazakhstan.*

*Rakhimov T.A. – PhD, Head of the Laboratory of regional hydrogeology and geoecology, Akhmetsafin Institute of Hydrogeology and Environmental Geoscience, Satbayev University, Almaty, Republic of Kazakhstan.*

*Muratova M.M. – Leading Engineer of the Laboratory of GIS technologies and earth remote sensing, Akhmedsafin Institute of Hydrogeology and Environmental Geoscience, Satbayev University, Almaty, Republic of Kazakhstan.*

*Akynbayeva M.Zh. – Junior Researcher of the Laboratory of GIS technologies and earth remote sensing, Akhmedsafin Institute of Hydrogeology and Environmental Geoscience, Satbayev University, Almaty, Republic of Kazakhstan.*

*Currently, out of the country's 186.4 million hectares of pastureland, more than 56.5% remain unused due to a lack of water sources, primarily the absence of engineering structures for livestock watering, as well as drinking and domestic water supply for service personnel. According to the Ministry of Agriculture, up to 60% of pastures in the country have been irrigated over the past decade, though this figure does not reflect the actual situation. Following the dissolution of state and collective ownership in agriculture, many water infrastructure facilities in pasture areas were abandoned and fell into disrepair.*

*Under the conditions of limited water resources in Kazakhstan, assessment of groundwater quality used for pasture watering is of particular importance. This paper presents the results of chemical-analytical studies of groundwater of pasture areas of South Kazakhstan, conducted in 2024. The studies include analysis of mineralization, composition of macro- and microelements, as well as identification of polluting components (nitrates, oil products, heavy metals). The results show significant regional differences in the chemical composition of groundwater. A number of samples showed exceedances of maximum permissible concentrations of nitrates and fluoride. The data obtained indicate the need for monitoring and regulation of water use to ensure sustainable development of livestock farming in the region.*

**Key words:** *groundwater, pasture areas, water chemistry, groundwater quality, water use.*

**Введение**

Обеспечение устойчивого водоснабжения пастбищных территорий Казахстана является важной задачей для животноводства. В условиях дефицита поверхностных вод основным источником водоснабжения становятся подземные воды. Однако их качество может варьировать в зависимости от гидрогеологических условий, антропогенного воздействия и природных факторов. Исследования химического состава подземных вод позволяют оценить их пригодность для использования и выявить потенциальные угрозы для экосистем и сельского хозяйства.

Был осуществлен анализ научных публикаций как казахстанских, так и зарубежных авторов, посвященных схожим вопросам в данной отрасли исследований. Понимание химического режима подземных вод на орошаемых землях актуально для оценки гидрогеологических и мелиоративных процессов. Химический состав воды, природно-климатические условия и характеристики дренажа определяют сложные гидрохимические связи, которые складываются между оросительными водами, почвой, водами аэрационной зоны и грунтовыми водами. В научной работе казахстанского ученого, совместно с зарубежными специалистами, представлены результаты исследований сезонных изменений химического состава подземных вод на орошаемом массиве Каратал, Юго-Восточный Казахстан. Проведен детальный анализ солевого режима и химического состава подземных вод на основе большого количества проб за 2019 год. Результаты показывают, что процессы засоления на массиве определяются гидрогеологическими условиями и наличием дренажа [1, с. 285].

Также отечественными специалистами проводились исследования в Туркестанской области, где в настоящее время возникает проблема дефицита воды из-за различных факторов. К этим факторам относятся снижение трансграничного стока реки Сырдарья, последствия изменения климата, рост населения и экономический рост соседних стран в Центральной Азии. Водообеспеченность действующих ирригационных систем в регионе колеблется от 75% до 95%, снижаясь до 50-60% в засушливые годы, что приводит к значительному дефициту водных ресурсов. В частности, сильно страдает агропромышленный комплекс, крупнейший потребитель воды, более 80% имеющих водных ресурсов необходимы для орошения. Результаты исследования свидетельствуют о существенных потерях оросительной воды на фильтрацию в регионе, что приводит к значительному повышению уровня грунтовых вод. В результате площадь орошаемых земель с глубиной залегания грунтовых вод до 1 м (гидроморфный режим) в Мактааральском районе увеличилась со 105 га в 1994 г. до 378 га в 2002 г. и до 2562 га в 2021 г., что составляет увеличение в 18 раз. В этих условиях вклад грунтовых вод в общее водопотребление составил 74 %, а оросительной воды – 26 % [2, с. 108].

Целью исследования российских экспертов было установление влияния почвенно-климатических факторов на глубину залегания и степень засоления грунтовых вод в условиях склоново-котловинного ландшафта. Материалом для исследований послужили данные наблюдений за 1990-2021 гг. Гидрогеологический мониторинг шести скважин проводился на стационарах Федерального центра сельскохозяйственных исследований Юго-Восточного региона [3, с. 140].

Американские ученые предложили среднюю глобальную концентрацию растворенных веществ всех основных и выбранных второстепенных и следовых растворенных веществ в активных грунтовых водах, которые представляют 99% жидкой пресной воды на Земле. Прогнозируемые концентрации согласуются с традиционными соотношениями растворенных веществ, концентрациями и термодинамическими индексами насыщения [4, с. 714]. Интенсивная сельскохозяйственная деятельность, такая как чрезмерное внесение удобрений, искусственное орошение, привели к увеличению концентраций некоторых химических соединений в грунтовых водах равнины Иньчуань. Китайские исследователи оценили состояние грунтовых вод с помощью метода однофакторной оценки, метода нечеткой комплексной оценки и метода среднего контрольного коэффициента соответственно [5, с. 111].

Африканскими специалистами были исследованы трещиноватые грунтовые водоносные горизонты, в основном встречающиеся в Южной Африке. Они демонстрируют различные химические характеристики грунтовых вод в разных местах. Определение химии грунтовых вод важно для защиты водоносного горизонта и общего

управления грунтовыми водами. Гидрохимические данные грунтовых вод из 79 скважин в Южной Африке, были проанализированы с использованием интегрированных статистических, геостатистических и пространственно-интерполяционных методов [6, с. 243]. Польские ученые использовали базу данных для анализа, охватывающую период 2008-2018 гг. и касалась содержания выбранных ионов, а также общего содержания растворенных твердых веществ и содержания углекислого газа для исследования химического состава подземных вод [7, с. 112].

Целями исследования специалистов Бангладеш были определение состава подземных вод с последующими попытками изучения пространственной картины распределения качества подземных вод для выявления мест с наличием питьевой воды наилучшего качества. Это было достигнуто путем объединения географической информационной системы, статистического анализа и диаграммного представления [8, с. 4485]. Ученые Южной Кореи проводили исследования по определению основных факторов, контролирующих химический состав образцов грунтовых вод и родниковой воды на острове Чеджудо, Южная Корея [9, с. 777]. Иранские исследователи проводили гидрохимические работы в районе Дамаг, Хамадан, западный Иран, для оценки химического состава грунтовых вод. Сорок репрезентативных образцов грунтовых вод были отобраны из разных скважин для мониторинга химии воды различных ионов [10, с. 87]. Исследования проводились в городе Ботукату, Бразилия, и включали изучение грунтовых вод, используемых для бытового потребления и промышленных целей. Город расположен в зоне подпитки водоносной системы Гуарани (GAS), в которой впервые были описаны пестрые кварцевые песчаники, накопленные золовыми процессами в пустынных условиях и названные формацией Ботукату [11, с. 103].

**Цель:** проведение комплексных химических и аналитических исследований подземных вод пастбищных зон южной части Казахстана, направленных на мониторинг и оптимизацию использования водных ресурсов для поддержания устойчивости животноводческой отрасли в данном регионе.

**Задачи:** сбор и систематизация данных лабораторных исследований подземных вод пастбищ Южного Казахстана; проведение комплексного анализа полученных результатов; разработка и создание тематических карт на основе проведенных исследований.

Южный Казахстан представляет собой аридный регион, характеризующийся ограниченными ресурсами пресных подземных вод. Гидрогеологическая обстановка региона обусловлена наличием крупных артезианских бассейнов, таких как Сырдарьинский и Шу-Таласский бассейны. Основными водоносными горизонтами являются четвертичные, неогеновые и палеогеновые отложения, содержащие как пресные, так и минерализованные воды. Глубина залегания водоносных горизонтов варьируется от 5 до 150 м, а минерализация изменяется от 0,3 до 10 г/л в зависимости от литологического состава пород. Наибольшее распространение получили гидрокарбонатные, сульфатные и хлоридные воды, формирующиеся под влиянием климатических и геохимических условий. В некоторых районах наблюдаются высокоминерализованные воды, связанные с засолением почв и испарением в условиях засушливого климата (рисунок 1).

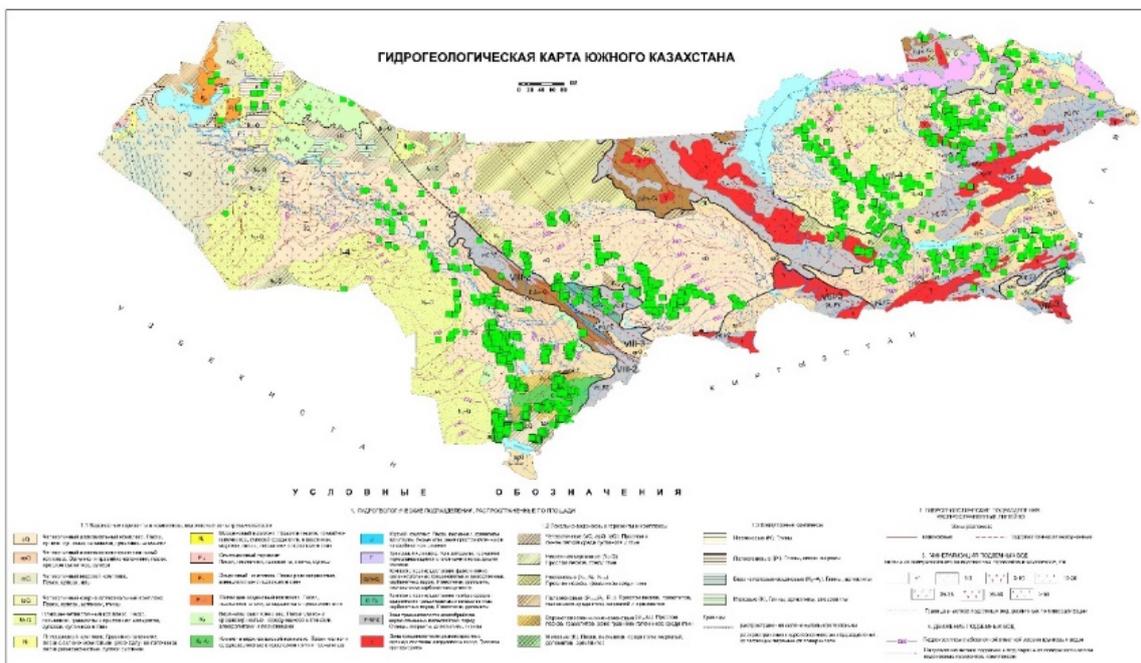


Рисунок 1 – Гидрогеологическая карта Южного Казахстана

Антропогенные факторы оказывают значительное влияние на качество подземных вод в регионе. Интенсивная хозяйственная деятельность, включая сельское хозяйство, промышленность и урбанизацию, приводит к загрязнению водоносных горизонтов различными химическими веществами. Например, в результате применения агрохимикатов в сельском хозяйстве происходит накопление нитратов в подземных водах, что может превышать предельно допустимые концентрации и представлять угрозу для здоровья человека и животных. В промышленно развитых районах наблюдается загрязнение подземных вод тяжелыми металлами, нефтепродуктами и другими токсичными соединениями. Так, в северной промышленной зоне города Павлодара площадь загрязнения подземных вод фтором составляет около 33 км<sup>2</sup>, с концентрацией фтора в подземных водах до 3,0 мг/л, что превышает ПДК в 2 раза [12].

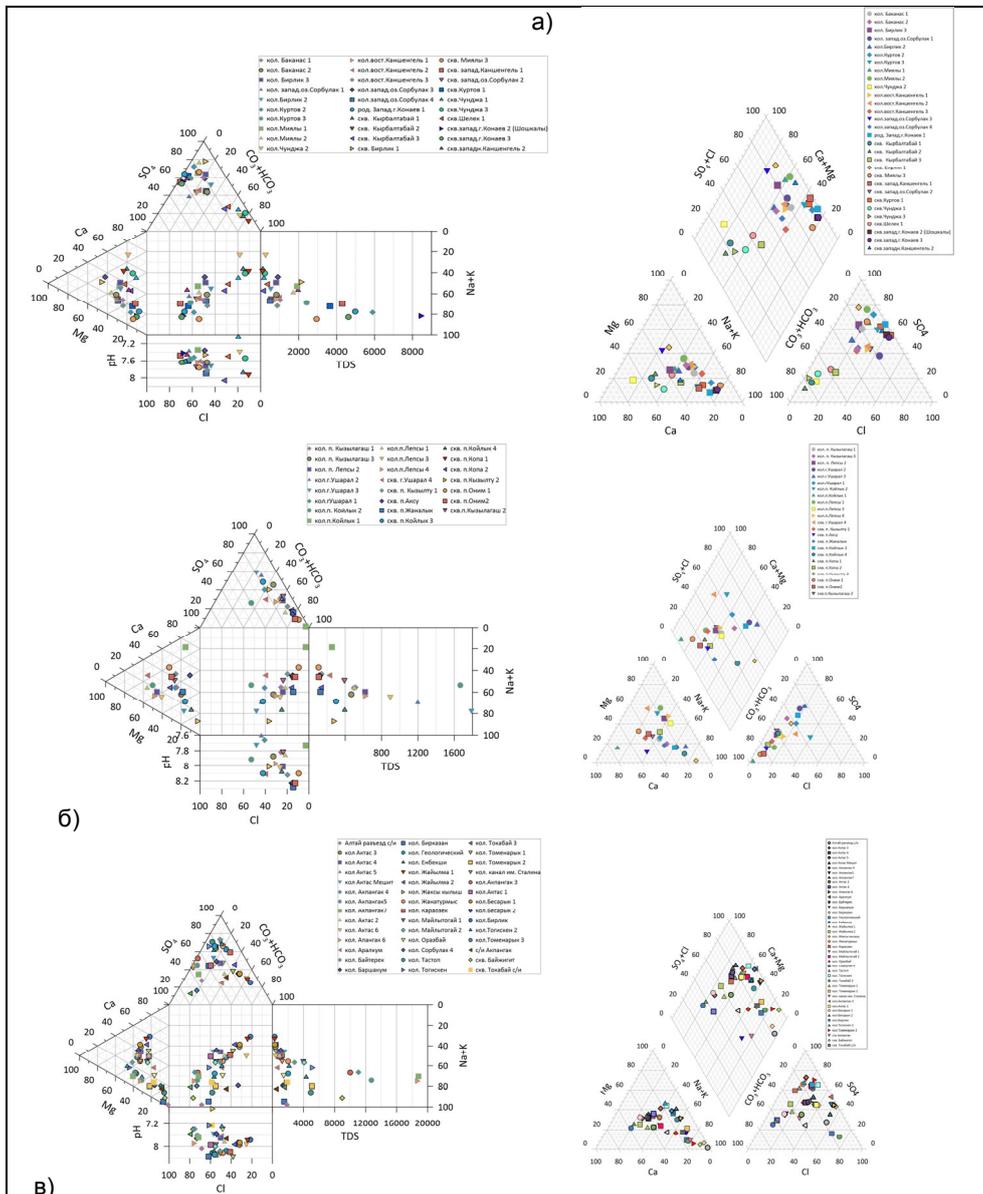
Мировой опыт показывает, что для борьбы с загрязнением подземных вод применяются различные методы, направленные на предотвращение и устранение последствий антропогенного воздействия. Одним из эффективных подходов является использование плавающих очистных систем, представляющих собой искусственные острова, засаженные растениями, способными поглощать загрязняющие вещества. Например, в Непале, Индии и Бангладеш успешно применяются такие системы, созданные из местных отходов, для очистки загрязненных озер. Эти плавающие острова снижают концентрацию нитратов, фосфатов, тяжелых металлов и аммиака в воде, повышая уровень растворенного кислорода и поддерживая водные экосистемы [13].

Кроме того, важным элементом стратегии борьбы с загрязнением подземных вод является разработка и внедрение программ мониторинга и управления качеством водных ресурсов. В Казахстане реализуются областные программы по охране окружающей среды, направленные на снижение антропогенного воздействия на подземные воды. Например, в рамках Государственной программы управления водными ресурсами, были предусмотрены мероприятия по снижению загрязнения, рациональному использованию водных ресурсов и внедрению современных технологий очистки воды [14]. Эти инициативы направлены на обеспечение устойчивого водоснабжения и улучшение качества подземных вод в регионе, что является важным шагом для поддержки сельского хозяйства и сохранения экосистем Южного Казахстана.

**Материалы и методы**

Исследования проводились в 2024 году в пяти административных областях Южного Казахстана: Кызылординской, Туркестанской, Жамбылской, Алматинской и Жетысуской. В ходе региональных экспедиций были отобраны 152 пробы подземных вод из скважин, колодцев и родников.

Обработка результатов лабораторных исследований проб подземных вод выполнена с помощью программного комплекса AquaChem 11, разработанного Waterloo Hydrogeologic (Канада) для графического отображения в виде диаграмм Пайпера, которые отражают основной анионно-катионный состав подземных вод, и диаграмм Дурова, отображающих содержание основных макрокомпонентов в составе подземных вод и соотношении величины минерализации и значений pH (рисунок 2). Была подготовлена карта пастбищных территории Казахстана для обоснования водоснабжения пастбищных центров, водопоя скота и оазисного орошения (рисунок 3).



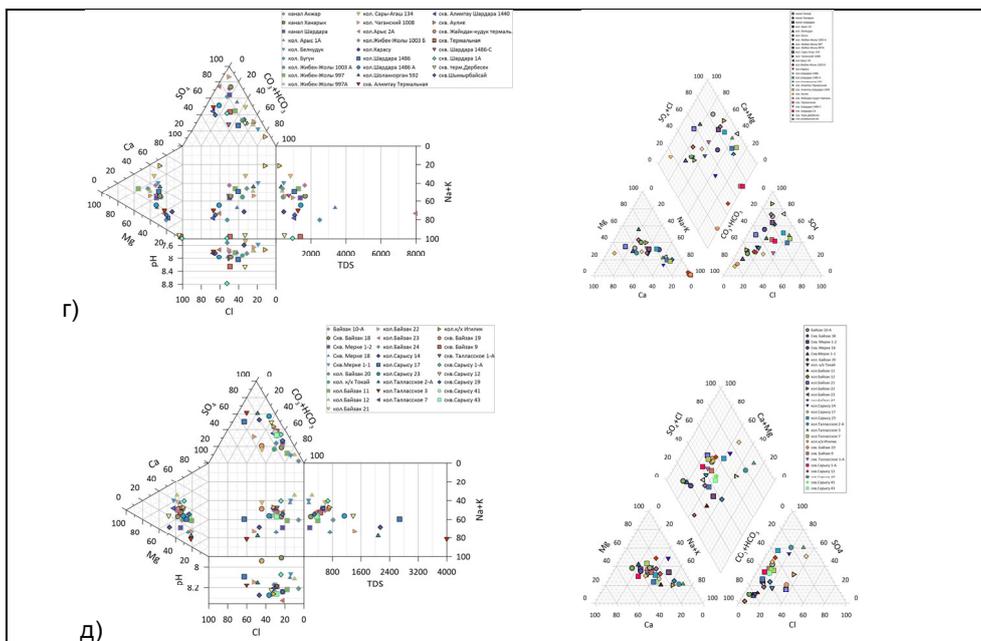


Рисунок 2 – Диаграммы химического состава подземных вод на территории Южного Казахстана: а) Алматинская; б) Жетысуская; в) Кызылординская; г) Туркестанская; д) Жамбылская

Анализы выполнялись в лаборатории химико-аналитических исследований ИГГ им. У.М. Ахмедсафина. Определяемые параметры включали:

- минерализацию (ГОСТ 26449.1-85);
- концентрации основных макро- (натрий, кальций, магний, сульфаты, хлориды) и микроэлементов (фтор, бор, железо);
- наличие загрязняющих веществ (нитраты, нефтепродукты, тяжелые металлы) согласно государственным стандартам.

Анализ пространственного распределения химического состава подземных вод выполнялся с применением геоинформационных систем (ГИС). Для обработки данных использовались программные комплексы ArcGIS и QGIS, позволяющие анализировать пространственные закономерности изменения гидрохимических показателей.

Дополнительно были проведены экспериментальные исследования по сорбции тяжелых металлов различными природными сорбентами (цеолитами, бентонитовыми глинами), которые могут применяться в будущем для улучшения качества подземных вод. Исследования показали, что наиболее эффективным сорбентом для удаления ионов свинца и кадмия является модифицированный бентонит, который способен снижать концентрацию загрязняющих веществ на 85%.

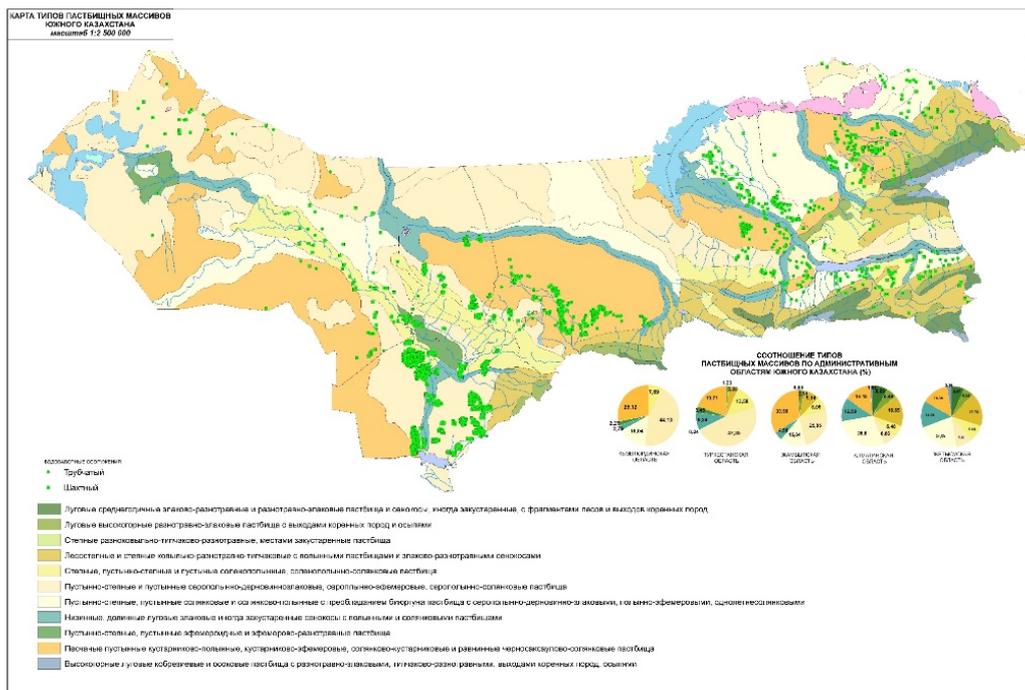


Рисунок 3 – Карта типов пастбищных массивов Южного Казахстана

Пять областей Южного региона охватывают территорию 37 546 000 га. Из них площадь пастбищ составляет 3 091 816 га. Наибольшая площадь обводненных пастбищ находится в Жетысуской области (4920 тыс. га), Наименьшая в Кызылординской области (458,2 тыс. га). При этом наибольшее поголовье скота содержится в Туркестанской области (4872816 голов), наименьшее – в Кызылординской (499080 голов). Общее водопотребление, соответственно, наибольшее – в Жетысуской области (10573,46тыс. м<sup>3</sup>/год) и наименьшее в Кызылординской – 4476,33 тыс. м<sup>3</sup>/год (рисунок 4). Из них площадь пастбищ составляет 3 091 816 га.

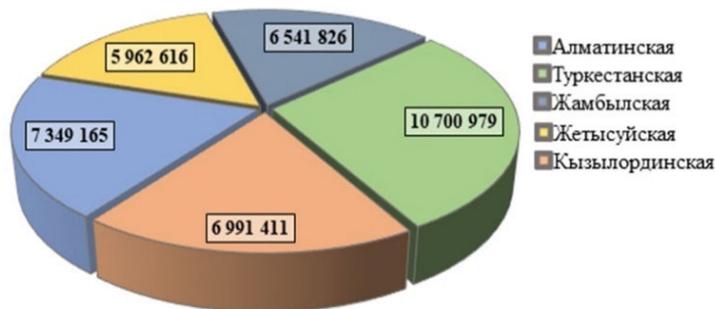


Рисунок 4 – Диаграмма обводнения территории пастбищ Южного Казахстана

Статистическая обработка данных проводилась с использованием методов корреляционного и факторного анализа, что позволило установить взаимосвязи между различными химическими показателями воды и источниками загрязнения. Данные были обработаны с применением программных пакетов SPSS и R.

#### Результаты

Анализ химического состава подземных вод показал существенные различия между районами. В Кызылординской области преобладают солоноватые и соленые воды с минерализацией до 18,8 г/л, в то время как в Алматинской области широко распространены пресные воды (до 1 г/л). В Туркестанской и Жамбылской областях встречаются воды с повышенным содержанием нитратов (до 45 мг/л при ПДК 45 мг/л), что свидетельствует о возможном загрязнении агрохимикатами. В некоторых пробах (Арыский район) концентрация нефтепродуктов достигала 0,425 мг/л (ПДК 0,1 мг/л). В Алматинской и Жетысуской областях зафиксированы превышения по содержанию фтора (до 3,1 мг/л при ПДК 1,5 мг/л), что может представлять опасность для здоровья животных и человека.

#### Заключение

Результаты исследований свидетельствуют о неоднородности химического состава подземных вод пастбищных территорий Южного Казахстана. Основные проблемы связаны с высокой минерализацией в ряде районов, загрязнением нитратами и нефтепродуктами, а также превышением концентрации фтора. Это требует усиления мониторинга и разработки мероприятий по улучшению качества подземных вод. Введение системы регулярного контроля и очистки воды позволит повысить уровень водообеспечения животноводческих хозяйств и снизить экологические риски.

#### Информация о финансировании

Финансирование данного исследования было обеспечено Комитетом науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан: BR 24992885 «Научно-практическое обоснование устойчивого развития отечественного животноводства на основе обводнения пастбищных территорий подземными водами».

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Barmakova, D.B., Rodrigo-Illari, J., Zavaley, V.A., Rodrigo-Clavero, M.-E., Capilla, J.E. **Spatial Analysis of the Chemical Regime of Groundwater in the Karatal Irrigation Massif in South-Eastern Kazakhstan** [Текст] / Barmakova, D.B., Rodrigo-Illari, J., Zavaley, V.A., Rodrigo-Clavero, M.-E., Capilla, J.E. // Water. – 2022. – Vol. 14. – P. 285.
2. Ayana, D., Yermekkul, Z., Issakov, Y., Mirobit, M., Ainura, A., Yerbolat, K., Ainur, K., Kairat, Z., Zhu, K., Dávid, LD. **The possibility of using groundwater and collector-drainage water to increase water availability in the Maktaaral district of the Turkestan region of Kazakhstan** [Текст] / Ayana, D., Yermekkul, Z., Issakov, Y., Mirobit, M., Ainura, A., Yerbolat, K., Ainur, K., Kairat, Z., Zhu, K., Dávid, LD // Agricultural Water Management. – 2024. – Volume 301. – P. 108.
3. Buzueva, A. S., Gubarev, D. I., Nesvetaev, M. Yu., Kulikova, V. A. **The Influence of Soil-Climate Factors on the Groundwater Parameters of the Slope Agrolandscape** [Текст] / Buzueva, A. S., Gubarev, D. I., Nesvetaev, M. Yu., Kulikova, V. A. // ARID ECOSYSTEM. – 2023. – Volume 13, Issue 2. – pp. 140-147.
4. Wood, W.W., Smedley, P.L., Lindsey, B.D., Wood, W.T., Kirchheim, R.E. and Cherry, J.A. **Global Groundwater Solute Composition and Concentrations** [Текст] / Wood, W.W., Smedley, P.L., Lindsey, B.D., Wood, W.T., Kirchheim, R.E. and Cherry, J.A. // GROUNDWATER. – 2022. – Volume 60/ Issue 6. – pp. 714-720.
5. Hualin Wang, Qingchun Yang, Hongyun Ma, Ji Liang **Chemical compositions evolution of groundwater and its pollution characterization due to agricultural activities in Yinchuan Plain, northwest China** [Текст] / Hualin Wang, Qingchun Yang, Hongyun Ma, Ji Liang // ENVIRONMENTAL RESEARCH. – 2021. – Volume 200. – P. 111.
6. Adadzi, Patrick **Geostatistics and Spatial Analysis of Groundwater Hydrochemistry near Leliefontein in the Northern Cape, South Africa** [Текст] / Adadzi, Patrick // Journal of Ecological Engineering. – 2020. – Volume 21/ Issue 8. – pp. 243-260.

7. Kurek, K., Operacz, A., Bugajski, P., Młyński, D., Wałęga, A., Pawelek, J. Prediction of the Stability of Chemical Composition of Therapeutic Groundwater [Текст] / Kurek, K., Operacz, A., Bugajski, P., Młyński, D., Wałęga, A., Pawelek, J. // *Water*. – 2020. – Volume 12/Issue 1. – P. 112.

8. Das, T. K., Rani, K., Md. Mamun, A., Howlader, M., and Shaibur, M. R. Determination and Distribution of Groundwater Composition in Deep Aquifer of Satkhira Municipality, Bangladesh [Текст] / Das, T. K., Rani, K., Md. Mamun, A., Howlader, M., and Shaibur, M. R. // *Polish Journal of Environmental Studies*. – 2021. – Volume 30/Issue 5. – pp. 4485-4496.

9. Lee, B.D., Jeong, C.H., Lee, Y.C., Lee, Y.J., Yang, J.H., Choo, C.O., Jang, H.W., Oh, Y.H., Hong, J.W. Statistical Analysis and Thermodynamic Equilibrium Modelling for Chemical Composition of Groundwater and Spring Water at Jeju Island, South Korea [Текст] / Lee, B.D., Jeong, C.H., Lee, Y.C., Lee, Y.J., Yang, J.H., Choo, C.O., Jang, H.W., Oh, Y.H., Hong, J.W. // *Water*. – 2020. – Volume 12. – P. 777.

10. Jalali, M., Khanlari, Z.V. Major ion chemistry of groundwaters in the Damagh area, Hamadan, western Iran [Текст] / Jalali, M., Khanlari, Z.V. // *Environ Geol*. – 2008. – Volume 54. – pp. 87–93.

11. C. A. dos Santos, D. M. Bonotto Hydrochemical study of groundwaters from Botucatu city, Sao Paulo State, Brazil [Текст] / C. A. dos Santos, D. M. Bonotto // *WATER POLLUTION XIII*. – 2016. – Volume 209. – pp. 103-113.

#### ИНТЕРНЕТ-ИСТОЧНИКИ

12. Областная программа по охране окружающей среды на 2005-2007 годы/ Приложение.

к постановлению акимата Павлодарской области от 15 апреля 2005 года N 34/11 – [Электронный ресурс] URL: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/V05P0003020?utm> (дата обращения 13.02.2025).

13. Polluted Lakes Are Being Cleansed Using Floating Wetlands Made of Trash/electronic journal WIRED, 25.07.2024 [Электронный ресурс] URL: <https://www.wired.com/story/planet-pioneers-nagdaha-small-earth-nepal-soni-pradhanang-ftws-floating-treatment-wetland-systems-water-cleaning-pollution/?utm> (дата обращения 13.02.2025).

14. ГОСУДАРСТВЕННАЯ ПРОГРАММА управления водными ресурсами Казахстана/ Указ Президента Республики Казахстан от 04 апреля 2014 года №786 [Электронный ресурс] URL: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/U1400000786/compare> (дата обращения 13.02.2025).

#### REFERENCES:

1. Barmakova D.B., Rodrigo-Illari J., Zavaley V.A., Rodrigo-Clavero M.-E., Capilla J.E. Spatial Analysis of the Chemical Regime of Groundwater in the Karatal Irrigation Massif in South-Eastern Kazakhstan. *Water*, 2022, vol. 14, p. 285.

2. Ayana D., Yermekkul Z., Issakov Y. et al. The possibility of using groundwater and collector-drainage water to increase water availability in the Maktaaral district of the Turkestan region of. *Agricultural Water Management*, 2024, vol. 301, p. 108.

3. Buzueva A.S., Gubarev D.I., Nesvetaev M.Yu., Kulikova V.A. The Influence of Soil-Climate Factors on the Groundwater Parameters of the Slope Agrolandscape. *ARID ECOSYSTEM*, 2023, vol. 13, iss. 2, pp. 140-147.

4. Wood W.W., Smedley P.L., Lindsey B.D., Wood W.T., Kirchner R.E., Cherry J.A. Global Groundwater Solute Composition and Concentrations. *GROUNDWATER*, 2022, vol. 60, iss. 6, pp. 714-720.

5. Hualin Wang, Qingchun Yang, Hongyun Ma, Ji Liang Chemical compositions evolution of groundwater and its pollution characterization due to agricultural activities in Yinchuan Plain, northwest China. *ENVIRONMENTAL RESEARCH*, 2021, vol. 200, p. 111.

6. Adadzi, Patrick Geostatistics and Spatial Analysis of Groundwater Hydrochemistry near Leliefontein in the Northern Cape, South Africa. *Journal of Ecological Engineering*, 2020, vol. 21, iss. 8, pp. 243-260.

7. Kurek K., Operacz A., Bugajski P. Et al. Prediction of the Stability of Chemical Composition of Therapeutic Groundwater. *Water*, 2020, vol. 12, iss. 1, p. 112.

8. Das T.K., Rani K., Md. Mamun A., Howlader M., Shaibur M.R. Determination and Distribution of Groundwater Composition in Deep Aquifer of Satkhira Municipality, Bangladesh. *Polish Journal of Environmental Studies*, 2021, vol. 30, iss. 5, pp. 4485-4496.

9. Lee B.D., Jeong C.H., Lee Y.C. et al. Statistical Analysis and Thermodynamic Equilibrium Modelling for Chemical Composition of Groundwater and Spring Water at Jeju Island, South Korea. *Water*, 2020, vol. 12, p. 777.

10. Jalali M., Khanlari Z.V. Major ion chemistry of groundwaters in the Damagh area, Hamadan, western Iran. *Environ Geol*, 2008, vol. 54, pp. 87–93.

11. C. A. dos Santos, D. M. Bonotto Hydrochemical study of groundwaters from Botucatu city, Sao Paulo State, Brazil. *WATER POLLUTION XIII*, 2016, vol. 209, pp. 103-113.

12. Oblastnaya programma po ohrane okruzhayushhej sredy` na 2005-2007 gody`/ Prilozhenie k postanovleniyu akimata Pavlodarskoj oblasti ot 15 aprelya 2005 goda N 34/11 [Regional environmental protection program for 2005-2007/ Appendix to the resolution of the Akimat of Pavlodar region dated April 15, 2005 N 34/11]. Available at: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/V05P0003020?utm> (accessed 13 February 2025). (In Russian).

13. Polluted Lakes Are Being Cleansed Using Floating Wetlands Made of Trash *WIRED*, 25.07.2024: Available at: <https://www.wired.com/story/planet-pioneers-nagdaha-small-earth-nepal-soni-pradhanang-ftws-floating-treatment-wetland-systems-water-cleaning-pollution/?utm> (accessed 13 February 2025).

14. Gosudarstvennaya programma upravleniya vodny`mi resursami Kazahstana/ Ukaz Prezidenta Respubliki Kazahstan ot 04 aprelya 2014 goda №786 [State program for water resources management in Kazakhstan/ Decree of the President of the Republic of Kazakhstan dated April 4, 2014 No. 786]. Available at: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/U1400000786/compare> (accessed 13 February 2025). (In Russian).

#### Сведения об авторах:

Оңласынов Жұлдызбек Әліханұлы\* – PhD, заведующий лабораторией ГИС-технологий и ДЗЗ, Институт гидрогеологии и геоэкологии им У.М. Ахметсафина, Satbayev University, Республика Казахстан, 050010, г. Алматы, ул. Валиханова 94, тел.: +7-771-621-75-11, e-mail: zhuldzyzbek.onlasynov@mail.ru.

Рахимов Тимур Айткалиевич – PhD, заведующий лабораторией Региональной гидрогеологии и геоэкологии, Институт гидрогеологии и геоэкологии им У.М. Ахметсафина, Satbayev University, Республика Казахстан, 050010, г. Алматы, ул. Валиханова 94, тел.: 8-7272-91-81-39, e-mail: t-rakhimov@mail.ru.

Муратова Мира Муратовна – ведущий инженер лаборатории ГИС-технологий и ДЗЗ, Институт гидрогеологии и геоэкологии им У.М. Ахметсафина, Satbayev University, Республика Казахстан, 050010, г. Алматы, ул. Валиханова 94, тел.: 8-7272-91-46-86, e-mail: doc-mira@mail.ru.

Акынбаева Мадина Жакыпжановна – младший научный сотрудник лаборатории ГИС-технологий и ДЗЗ, Институт гидрогеологии и геоэкологии им У.М. Ахметсафина, Satbayev University, Республика Казахстан, 050010, г. Алматы, ул. Валиханова 94, тел.: +7-707-126-55-06, e-mail: akynbaeva\_m@mail.ru.

Онласынов Жұлдызбек Әліханұлы\* – PhD, ГАЖ технологиялары зертханасының меңгерушісі, У.М. Ахмедсафин атындағы гидрогеология және геоэкология институты, Satbayev University, Қазақстан Республикасы, 050010, Алматы қ., Уәлиханов көш. 94, тел.: +7-771-621-75-11, e-mail: zhuldyzbek.onlasyynov@mail.ru.

Рахимов Тимур Айтқалиұлы – PhD, Аймақтық гидрогеология және геоэкология зертханасының меңгерушісі, У.М. Ахмедсафин атындағы гидрогеология және геоэкология институты, Satbayev University, Қазақстан Республикасы, 050010, Алматы қ., Уәлиханов көш. 94, тел.: 8-7272-91-81-39, e-mail: t-rakhimov@mail.ru.

Муратова Мира Мұратқызы – ЖҚЗ және ГАЖ технологиялары зертханасының бас инженері, У.М. Ахмедсафин атындағы гидрогеология және геоэкология институты, Satbayev University, Қазақстан Республикасы, 050010, Алматы қ., Уәлиханов көш. 94, тел.: 8-7272-91-46-86, e-mail: doc-mira@mail.ru.

Акынбаева Мадина Жақыпжанқызы – ЖҚЗ және ГАЖ технологиялары зертханасының кіші ғылыми қызметкері, У.М. Ахмедсафин атындағы гидрогеология және геоэкология институты, Satbayev University, Қазақстан Республикасы, 050010, Алматы қ., Уәлиханов көш. 94, тел.: +7-707-126-55-06, e-mail: akynbaeva\_m@mail.ru.

Onlasyynov Zhuldyzbek Alikhanuly\* – PhD, Head of the Laboratory of GIS technologies and earth remote Sensing, Akhmedsafin Institute of Hydrogeology and Geoecology, Satbayev University, Republic of Kazakhstan, 050010, Almaty, 94 Valikhanov Str., tel.: +7-771-621-75-11, e-mail: zhuldyzbek.onlasyynov@mail.ru.

Rakhimov Timur Aitkaliyevich – PhD, Head of the Laboratory of Regional Hydrogeology and Geoecology, Akhmedsafin Institute of Hydrogeology and Environmental Geoscience, Satbayev University, Republic of Kazakhstan, 050010, Almaty, 94 Valikhanov Str., tel.: 8-7272-91-81-39, e-mail: t-rakhimov@mail.ru.

Muratova Mira Muratovna – Leading Engineer of the Laboratory of GIS technologies and earth remote Sensing, Akhmedsafin Institute of Hydrogeology and Geoecology, Satbayev University, Republic of Kazakhstan, 050010, Almaty, 94 Valikhanov Str., tel.: 8-7272-91-46-86, e-mail: doc-mira@mail.ru.

Akynbayeva Madina Zhakypzhanovna – Associate Researcher of the Laboratory of GIS technologies and earth remote sensing, Akhmedsafin Institute of Hydrogeology and Environmental geoscience, Satbayev University, Republic of Kazakhstan, 050010, Almaty, 94 Valikhanov Str., tel.: +7-707-126-55-06, e-mail: akynbaeva\_m@mail.ru.

МРНТИ: 68.85.87

УДК 631.372

[https://doi.org/10.52269/22266070\\_2025\\_1\\_181](https://doi.org/10.52269/22266070_2025_1_181)

## ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ АВТОПОЕЗДА С ДЕМПИРУЮЩИМ ТЯГОВО-СЦЕПНЫМ УСТРОЙСТВОМ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАБОТ

Семибаламут А.В. – кандидат технических наук, ассоциированный профессор кафедры транспорта и сервиса, Костанайский инженерно-экономический университет им. М. Дулатова, г. Костанай, Республика Казахстан.

Бенюх О.А.\* – кандидат технических наук, ассоциированный профессор кафедры аграрной техники и транспорта, НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», г. Костанай, Республика Казахстан.

Геберт А.А. – магистр сельскохозяйственных наук, старший преподаватель кафедры аграрной техники и транспорта, НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», г. Костанай, Республика Казахстан.

Ташмухамедов Р.Ф. – магистр сельскохозяйственных наук, старший преподаватель кафедры аграрной техники и транспорта, НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», г. Костанай, Республика Казахстан.

В научной статье рассмотрены методы и средства, которые могут уменьшить влияние колебаний прицепа на грузовой автомобиль. Обоснована актуальность проведения исследования, направленного на увеличение результативности демпфирующего тягово-сцепного механизма, который смягчает рычки в составе автомобильного состава. Представлена схема нового демпфирующего тягово-сцепного механизма и описаны методы определения его характеристик, оборудование для проведения экспериментов по измерению сопротивления, а также средней скорости передвижения автомобильного состава в соответствии с ГОСТ 22576-90. В статье представлены результаты теоретических исследований, на основании которых определены рациональные значения жесткости витой пружины  $k_{пр}=700-1100$  Н/мм и ширины демпфирующего элемента  $S_0=0,065-0,08$  м тягово-сцепного механизма. Результаты исследовательских испытаний показали, что при использовании разработанного демпфирующего тягово-сцепного механизма обеспечивается снижение тягового сопротивления прицепа на 15,4%, а его применение в составе автопоезда КамАЗ-5320 и прицеп КамАЗ-8560-82-02 обеспечивает рост средней скорости передвижения на 8,1%, при этом наибольший рост средней скорости передвижения автомобильного состава до 10% отмечается при увеличении