

ISSN 1563-0234  
eISSN 2663-0397

ӘЛ-ФАРАБИ атындағы ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ

# ХАБАРШЫ

География сериясы

---

КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени АЛЬ-ФАРАБИ

# ВЕСТНИК

Серия географическая

---

AL-FARABI KAZAKH NATIONAL UNIVERSITY

# JOURNAL

of Geography and Environmental Management

---

№2 (65)

Алматы  
«Қазақ университеті»  
2022



KazNU Science • ҚазҰУ Ғылымы • Наука ҚазҰУ

# ХАБАРШЫ

ГЕОГРАФИЯ СЕРИЯСЫ №2 (65) маусым



04.05.2017 ж. Қазақстан Республикасының Мәдениет, ақпарат және қоғамдық келісім министрлігінде тіркелген

**Қуәлік №16502-Ж.**

*Журнал жылына 4 рет жарыққа шығады*

## ЖАУАПТЫ ХАТШЫ

**Нарбаева К.Т.**, PhD, доцент м.а.

(Қазақстан)

e-mail: vestnik.kaznu.geo@gmail.com

## РЕДАКЦИЯ АЛҚАСЫ:

**Қалиасқарова З.К.**, г.ғ.к., доцент – ғылыми редактор

(Қазақстан)

**Шокпарова Д.К.**, PhD, доцент м.а., – ғылыми

редактордың орынбасары (Қазақстан)

**Асқарова М.А.**, г.ғ.д., профессор м.а. (Қазақстан)

**Плохих Р.В.**, г.ғ.д., профессор м.а. (Қазақстан)

**Бексентова Р.Т.**, г.ғ.д., профессор (Қазақстан)

**Кожаяев Д.Т.**, PhD, (Қазақстан)

**Нысанбаева А.С.**, г.ғ.к., (Қазақстан)

**Ивкина Н.И.**, г.ғ.к., доцент (Қазақстан)

**Родионова И.А.**, г.ғ.д., профессор (Ресей)

**Béla Márkus** (Белла Маркус) профессор (Венгрия)

**Fernandez De Arroyabe Pablo** (Фернандес Де Арройеб Пабло), профессор (Испания)

**Севастьянов В.В.**, г.ғ.д., профессор (Ресей)

**Мазбаев О.Б.**, г.ғ.д., профессор (Қазақстан)

**Исанова Г.Т.**, доцент (Қазақстан)

**Христиан Опп**, профессор (Германия)

**Эйюп Артвинли**, PhD, профессор (Туркия)

**Каратаев Марат**, PhD (Ұлыбритания)

**Джиллили Абудувайли**, г.ғ.д., профессор (Қытай)

## ТЕХНИКАЛЫҚ ХАТШЫ

**Ерболқызы С.** (Қазақстан)

Тақырыптық бағыты: қоршаған орта туралы ғылымдар, география, метеорология, гидрология, туризм, экология, геодезия, картография, геоақпараттық жүйелер, жерді қашықтықтан зондылау.



## Ғылыми басылымдар бөлімінің басшысы

*Гульмира Шаккозова*

Телефон: +7 747 125 6790

E-mail: Gulmira.Shakkozova@kaznu.kz

## Компьютерде беттеген

*Ұлжан Молдашева*

*Журнал авторлық редакциямен жарыққа шықты.*

Пішімі 60x84 1/8. Көлемі 8,5 б.т. Офсетті қағаз. Сандық басылыс.

Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің

«Қазақ университеті» баспа үйі.

050040, Алматы қаласы, әл-Фараби даңғылы, 71.

«Қазақ университеті» баспа үйінің баспаханасында басылды.

© Әл-Фараби атындағы ҚазҰУ, 2022

1-бөлім  
**ФИЗИКАЛЫҚ, ЭКОНОМИКАЛЫҚ  
ЖӘНЕ ӘЛЕУМЕТТІК ГЕОГРАФИЯ**

---

Section 1  
**PHYSICAL, ECONOMIC  
AND SOCIAL GEOGRAPHY**

---

Раздел 1  
**ФИЗИЧЕСКАЯ, ЭКОНОМИЧЕСКАЯ  
И СОЦИАЛЬНАЯ ГЕОГРАФИЯ**

М.Д. Горячко  , Л.Р. Имангулов\* 

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Россия, г. Москва,  
\*e-mail: linar.imangulov.1999@mail.ru

## НАРОДНЫЕ ПРОМЫСЛЫ И СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ ТЕРРИТОРИЙ: АНАЛИЗ ЗАВИСИМОСТИ НА ПРИМЕРЕ УЗБЕКИСТАНА

В статье рассмотрена роль промыслов в социально-экономическом развитии территорий Узбекистана в постсоветский период на основе статистических данных, полевых наблюдений и глубинных интервью с мастерами. Выявлено, что современное состояние отрасли, в частности особенности ее видовой, организационной и территориальной структуры, связаны с изменением экономической системы страны, увеличением роли промышленности и модернизацией потребительского поведения населения. Для изучения зависимости между народным промыслом и социально-экономическим развитием территорий проанализирована роль отрасли в экономике и в обществе. Выявлено, что ремесла до сих пор являются важной отраслью локальной экономики городов Узбекистана и составляют от 1 % до 25% их валового выпуска промышленной продукции и занятости трудоспособного населения. На основе сравнительного анализа структуры обрабатывающей промышленности и видовой структуры промыслов обнаружена зависимость между специализацией новых обрабатывающих производств и видами промыслов. В заключительной части обозначены территории с разной значимостью народных художественных промыслов и представлены рекомендации по управлению их социально-экономическим развитием в соответствии со спецификой отрасли.

**Ключевые слова:** народные художественные промыслы, ремесло, локальная экономика, промышленность, керамическое производство, Узбекистан.

M.D. Goryachko, L.R. Imangulov\*  
Lomonosov Moscow State University, Russia, Moscow,  
\*e-mail: linar.imangulov.1999@mail.ru

### Folk crafts and socio-economic development of territories: dependency analysis on the example of Uzbekistan

The article examines the role of crafts in the socio-economic development of the Uzbekistan territories in the post-Soviet period on the basis of statistical data, field observations and in-depth interviews with craftsmen. It was revealed that the current state of the industry, in particular the features of its specific, organizational and territorial structure, are connected with the change in the economic system of the country, with an increasing role of industry and with the modernization of population's consumer behavior. In order to explore the relationship between folk craft and the socio-economic development of territories, the role of the industry in the economy and in society was analysed. It was revealed that handicrafts are still an important branch of the local economy of Uzbekistan cities and amount from 1% to 25% of their gross industrial output and employment of working age population. On the basis of a comparative analysis of the structure of the manufacturing industry and the specific structure of crafts, the dependence between the specialization of new manufacturing industries and types of crafts was found. In the final part territories with different significance of folk arts and crafts are designated with recommendations for managing their socio-economic development in accordance with the specifics of the industry.

**Key words:** folk arts and crafts, handicraft, local economy, industry, ceramic production, Uzbekistan.

М.Д. Горячко, Л.Р. Имангулов\*  
М.В. Ломоносов атындағы Мәскеу мемлекеттік университеті, Ресей, Мәскеу қ.,  
\*e-mail: linar.imangulov.1999@mail.ru

### Халықтық қолөнер және аумақтардың әлеуметтік-экономикалық дамуы: Өзбекстан мысалында тәуелділікті талдау

Мақалада посткеңестік кезеңдегі Өзбекстан аумақтарының әлеуметтік-экономикалық дамуындағы қолөнердің рөлі статистикалық мәліметтер, далалық бақылаулар және шеберлермен терең сұхбат негізінде қарастырылады. Саланың қазіргі жағдайы, атап айтқанда оның түрлік, ұйымдастырушылық және аумақтық құрылымының ерекшеліктері елдің экономикалық жүйесінің

өзгеруімен, өнеркәсіп рөлінің артуымен және халықтың тұтынушылық мінез-құлқын жаңғыртумен байланысты екендігі анықталды. Халықтың қолданбалы өнері мен аумақтардың әлеуметтік-экономикалық дамуы арасындағы тәуелділікті зерттеу үшін саланың экономика мен қоғамдағы рөлі талданды. Қолөнер әлі күнге дейін Өзбекстан қалаларының жергілікті экономикасының маңызды саласы болып табылатындығы және олардың жалпы өнеркәсіптік өнімінің 1% – дан 25% – ға дейін және еңбекке қабілетті халықтың жұмыспен қамтылғандығы анықталды. Өңдеу өнеркәсібінің құрылымын және Кәсіпшіліктердің түрлік құрылымын салыстырмалы талдау негізінде жаңа өңдеу өндірістері мен кәсіпшілік түрлерінің мамандануы арасындағы тәуелділік анықталды. Соңғы бөлімде халықтық қолөнердің маңыздылығы әртүрлі аумақтар көрсетілген және саланың ерекшелігіне сәйкес олардың әлеуметтік-экономикалық дамуын басқару бойынша ұсыныстар берілген.

**Түйін сөздер:** Халықтың қолданбалы өнері қолөнер, жергілікті экономика, өнеркәсіп, керамика өндірісі, Өзбекстан.

## Введение

Ремесла на протяжении длительного периода времени являлись одним из основных видов экономической деятельности. Особенно высокого развития народные промыслы получили в странах Центральной Азии, через которые ранее проходил Великий шелковый путь. На современном этапе народные художественные промыслы претерпевают серьезные изменения, касающиеся организации отрасли и масштабов производства. Все это оказывает влияние на социально-экономическое развитие территорий, так как отрасль народных промыслов до сих пор концентрирует значительную часть трудовых ресурсов и участвует в создании национального продукта. В связи с этим в исследовании поставлена цель – изучить зависимость между промыслами и социально-экономическим развитием территорий и проанализировать вклад отрасли в постсоветский период на примере регионов и городов Узбекистана.

## Материалы и методы

Статья основана на материалах полевых исследований, проведенных в январе-феврале 2022 г. в республике Узбекистан, и статистическом материале, представленном ассоциацией народных мастеров Узбекистана «Хунарманд». Материалы полевых наблюдений включают результаты глубинных интервью с ремесленниками, проведенные в Ташкенте, Чусте, Самарканде и Бухаре (свыше 10 интервью). В статье используются метод полевых наблюдений, глубинного интервью, сравнительно-географический, математико-статистический, аналитический и картографический методы.

## Обзор литературы

Увеличение внимания общества к парадигме качественного экономического роста в XX-XXI вв. определило повышенный интерес к ремеслам (Mignosa, 2019). Согласно целостному подходу организации ЮНЕСКО: «ремесла – это часть культурного наследия человечества со стороны творческой индустрии». Двойственный подход к определению ремесла обусловлен в первую очередь материальной и культурной ценностью продукции отрасли. По мнению специалистов, главным отличительным признаком отрасли в сравнении с массовым промышленным производством является ручной характер труда, результатом которого является уникальная продукция высокого качества и мастерства (Mignosa, 2019; Chartrand, 1988).

Имея высокую культурную ценность, ремесла являются важной составляющей креативной экономики. Согласно исследованиям (Mignosa, 2019) народные промыслы могут улучшить условия жизни людей, занятых в данной отрасли, так как часто они имеют доходы выше среднего в своем сообществе. В настоящее время в разных частях мира отмечается определенная дифференциация ремесел, в частности различаются масштабы производства, видовая структура, сохранность, правовой статус и т.д. Особенное внимание народным промыслам уделяется в развивающихся странах, что часто связано с ограниченностью мест приложения труда в условиях «демографического взрыва» (например, сельская местность Нигерии) (Akinbogun, 2009; Phukon, 2021; Yair., 2011) либо с желанием на «ремесленной базе» развивать сферу рекреации и туризма (Ateljevic, 2009; Hui, 2008).

Авторитетные ученые в области изучения экономики ремесел считают, что «поддержка

ремесел означает поддержку альтернативных экономических моделей развития глобальной экономики, ориентированную на стандартизацию форм потребностей, производственных процессов, рынков и на программировании продолжительности жизни продукта» (Mignosa, 2019; Luckman, 2017). Несомненным преимуществом ремесла, как основного вида хозяйственной деятельности развивающихся территорий является в первую очередь экологичность производства, что особенно важно для устойчивого развития территорий. В развитых западных странах народные промыслы являются неотъемлемой частью креативной экономики, в рамках которой происходит кооперация и интеграция дизайна и ремесла (Friel, 2020; Yair, 2001).

Помимо высокой значимости народных промыслов в экономике, ремесла имеют ряд важных социальных эффектов. Во-первых, они на разных этапах человеческой истории способствовали сплочению людей даже в большей степени чем язык как средство коммуникации. До сих пор, в регионах с развитой ремесленной деятельностью, характер взаимоотношений имеет ряд специфических черт. Во-вторых, промыслы обеспечивают преемственность традиций и обычаев (Chattopadhyay, 1984). Особенно это характерно для стран Азии, Африки и Латинской Америки с традиционалистским типом общества. В-третьих, ремесла выступают альтернативой процесса глобализации.

На территории постсоветского пространства ремесло как вид экономической деятельности длительный период времени находилось в кризисе. По народным промыслам особенно сильно ударило разрушение советской организационной структуры отрасли и низкая покупательская способность населения. В результате значительного снижения потребительского спроса часть промыслов прекратила свое существование, другие сократили масштабы производства продукции. При адаптации к рыночным условиям эффективной оказалась дореволюционная модель организации производства – надомничество (Цой, 2015).

В развивающихся странах Центральной Азии по-прежнему народные художественные промыслы вносят большой вклад в экономику отдельных территорий и городов (Ergasheva, 2020; Турсунова, 2009). Особенно это характерно для Узбекистана и Таджикистана с значительной долей молодого населения (Остонов, 2021). В других постсоветских странах влияние ремесла

в основном ограничивается экономикой отдельных домохозяйств либо небольших часто сельских населенных пунктов. Лучшая сохранность ремесла в Узбекистане отчасти связана с государственной поддержкой отрасли, которая включает меры по созданию условий кооперации между мастерами, отчасти сбыту продукции и передаче навыков и знаний между разными поколениями мастеров (Абулкасимов, 2021; Shomirzaev, 2020).

## Результаты и обсуждение

*Современное состояние народных промыслов: организационная, видовая и территориальная структура.* С развитием промышленного производства отрасль народных художественных промыслов испытала серьезный кризис. В советский период ремесло развивалось под жестким контролем государства. Серьезным изменениям на данном этапе подверглась организация отрасли. Вместо надомничества и мастерских были созданы новые формы кооперации мастеров (артели, комбинаты и фабрики).

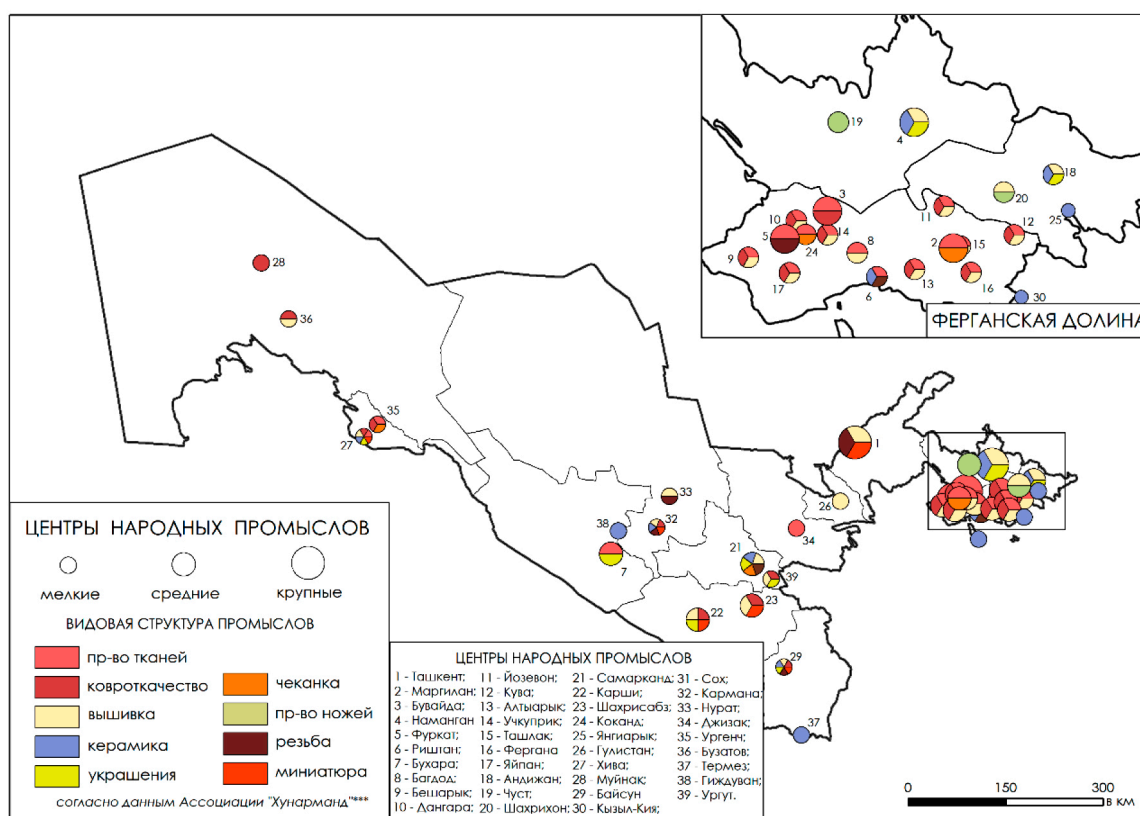
В XX в. вклад отрасли в экономику постепенно сокращался – снижались объемы производства продукции и численность занятых. В постсоветский период большая часть предприятий по причине низкой экономической эффективности была ликвидирована, оставшая продолжает свою деятельность, но имеет серьезные финансовые проблемы. Все это в конечном счете негативным образом сказалось на состоянии отрасли, которая смогла сохраниться не без помощи мощной государственной поддержки в 2000-ые гг. Несмотря на все изменения, произошедшие с промыслами в XX в., ремесленная деятельность вернулась к изначальной своей организации – наиболее конкурентоспособному индивидуальному надомному труду.

В XX-XXI вв. изменения коснулись не только организации отрасли, но и ее видовой и территориальной структуры. В новых рыночных условиях часть промыслов значительно сократила свое производство и долю в валовом выпуске продукции промышленности (в основном текстильное производство: ковроткачество, производство тканей и платков ручной работы и т.д.), что обусловлено дороговизной продукции, модернизацией потребительского поведения и сравнительно низкой рентабельностью производств. Другие отрасли, в частности керамическое производство, медная чеканка, изготовление

ножей и вышивка смогли лучшим образом приспособиться к новым экономическим условиям за счет больших возможностей реализации продукции и ее относительной дешевизны.

Организационные и структурно-видовые изменения отрасли имеют отражение в ее современной территориальной структуре. В постсоветский период отмечается сокращение числа ремесленных центров при снижении объемов производства промысловой продукции. Промыслы хорошо сохранились в крупных туристических городах республики (например, Ташкент, Бухара, Самарканд и т.д.), где ведущую роль

в сохранении промыслов сыграл потребительский фактор, и в городах с огромной историей развития промыслов (например, Риштан, Чуст, Шахрихон, Гиждуван, Джизак, Гулистан и т.д.), где высока роль традиций и ограничены места приложения труда. Последние промысловые центры в соответствии с особенностями размещения образуют две подгруппы центров – ремесленные центры Ферганской долины (например, Андижан, Наманган, Риштан, Коканд, Чуст, Маргилан, Шахрихан, Фергана и т.д.) и остальной части Узбекистана (например, Джизак, Гулистан, Ургенч и т.д.), (рисунок 1).



**Рисунок 1** – Современная территориальная и видовая структура народных художественных промыслов Республики Узбекистан. Источник данных: ассоциация «Хунарманд». URL: <https://hunar.uz/?lang=ru>.

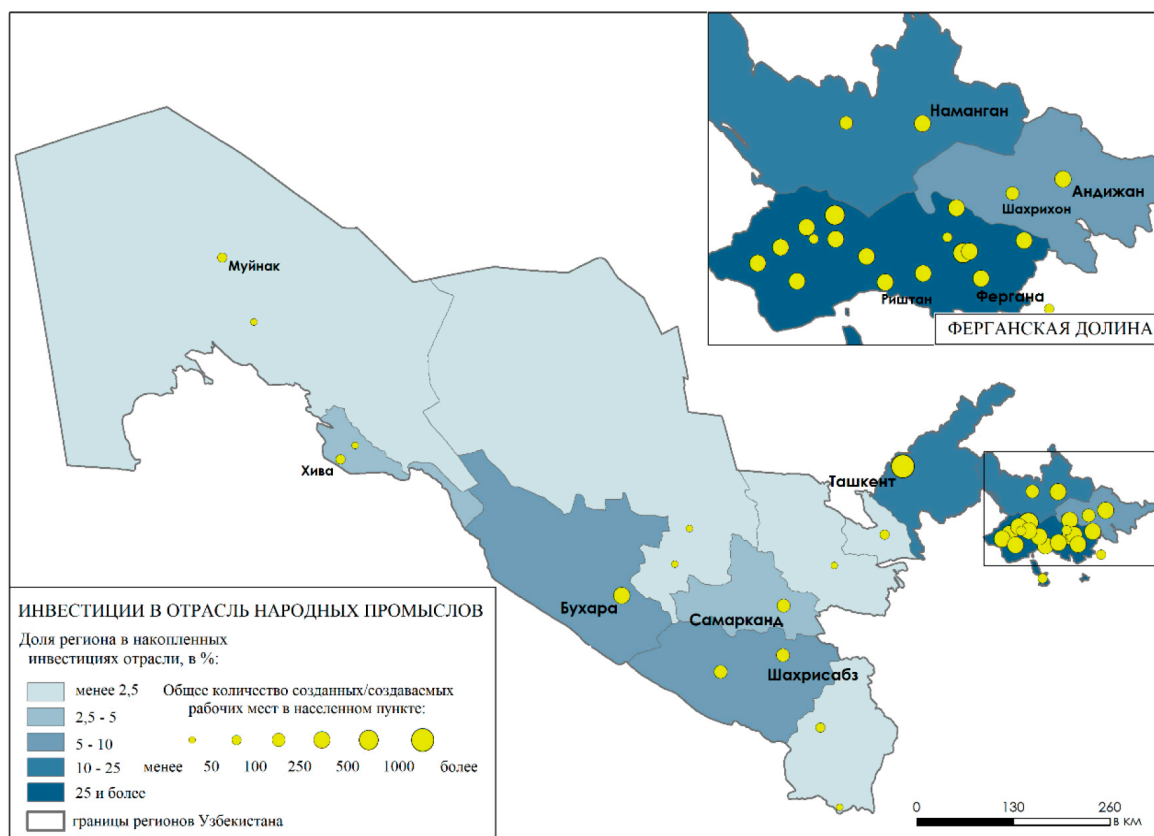
**Вклад народных промыслов в социально-экономическое развитие территории.** Промыслы является важным фактором социально-экономического развития территории. К ключевым направлениям влияния отрасли на социально-экономическую ситуацию в регионе следует отнести создание дополнительных

мест приложения труда, формирование базовых условий для развития обрабатывающей промышленности и туризма, обеспечение преемственности между разными поколениями в обществе. Рассмотрим ключевые сферы влияния отрасли народных промыслов на социально-экономическое развитие территорий Узбекистана.

*Доля отрасли в экономике региона.* На современном этапе по показателю объема валовой продукции народные промыслы значительно уступают другим отраслям промышленности с массовым типом производства. Доля отрасли в объеме промышленной продукции Узбекистана составляет 0,12% (данные 2011 г.), (Shomirzaev, 2020), (Статистический ежегодник республики Узбекистан, 2021). В отдельных регионах с выраженной аграрной специализацией отрасль занимает значительную долю в валовой продукции промышленности (например, Ферганская область – 0,34%). Повышенная доля отрасли в экономике таких регионов обусловлена господством традиционного образа жизни населения, ограниченностью мест приложения труда и наличием не утерянных за годы советской индустриализации навыков и знаний.

В реальности вклад промысловых видов деятельности в локальную и региональную экономику значительно выше при учете мультипликативных эффектов от деятельности.

Примером мультипликативного эффекта является привлечение в регион с наличием ремесел государственных инвестиций, направленных на строительство инфраструктуры для размещения мастерских. Согласно данным ассоциации «Хунарманд» объем инвестиций, направленных на поддержку и развитие народных промыслов в Узбекистане в 2020-2021 гг., составил 0,62 трлн узбекских сум (ок. 0,6 % от валового объема инвестиций в обрабатывающую промышленность страны за указанный период). Для Ферганской области и города Ташкент с развитой отраслью промыслов значение показателя составляет 2,6% и 0,8% соответственно. Инвестиции в создание инфраструктуры положительным образом сказываются на доходах местного населения через создание новых мест приложения труда в строительстве инфраструктуры и функционировании ремесленных объединений.



**Рисунок 2** – Территориальное распределение накопленных инвестиций в создание инфраструктуры для народных промыслов. Источник данных: ассоциация «Хунарманд». URL: <https://hunar.uz/?lang=ru>



Другим важным примером мультипликативного эффекта в экономике является стимулирование развития розничной торговли, в которой занята значимая доля трудоспособного населения туристических центров страны. Так, согласно Интернет-ресурсу «Яндекс.Карты» по запросу «сувениры и подарки» в Ташкенте насчитывается свыше 150 магазинов, где представлена продукция народных промыслов, в Самарканде – 57, Бухаре – 26, Намангане – 9, Коканде – 8, Андижане – 7, Хиве – 2 и т.д. В реальности практически в каждом указанном выше городе количество магазинов, реализующих ремесленную продукцию, значительно выше, а число торговых точек на улицах, базарах и в мастерских в 2-3 раза больше обозначенного числа магазинов. Так, во время полевых наблюдений только в пределах исторической части Бухары было насчитано свыше 50 торговых точек (Результаты полевых исследований, 2022).

*Занятость и доходы населения.* В дореволюционный период отрасль народных промыслов являлась основным местом приложения труда в городах Центральной Азии (ремесло, как результат разделения труда между городом и сельской местностью). В XX-XXI вв. промысловая занятость уступила другим видам занятости – промышленности и сфере услуг. Вопреки этому, на современном этапе в аграрных регионах с традиционным укладом жизни значимая часть трудоспособного населения по-прежнему занята промыслами и смежными с производством сферами – торговлей и туризмом (преимущественно регионы Ферганской долины). Основная причина – ограниченный набор мест приложения труда при избытке трудовых ресурсов. Промыслы в условиях наличия спроса на ремесленную продукцию являются конкурентным местом приложения труда на рынке. При доминировании ручного труда и как следствие высокой трудоемкости производства изделий отрасль в отдельных населенных пунктах является одним из ключевых работодателей.

Общее количество трудовых ресурсов, занятых в отрасли в настоящее время оценить крайне сложно вследствие отсутствия открытых статистических данных. Согласно оценкам ассоциации «Хунарманд» общее количество членов организации составляет 22 650 чел., количество зарегистрированных в системе 64 816 чел. Согласно другим данным ассоциации «Хунарманд» в Узбекистане с 2000 по 2022 гг. введено и планируется создать инфраструктуру

для размещения 9 716 рабочих мест. Учитывая данные ассоциации, оценки экспертов в данной области и результаты глубинных интервью, общее количество работающих ремесленников оценивается авторами в 30 000 чел., что составляет около 0,2-0,3 % от всего занятого в экономике трудоспособного населения Узбекистана.

При территориальном анализе вклада отрасли в занятость населения необходимо учитывать особенности производственных технологий отдельных видов промыслов. Так, наиболее трудоемкими видами промыслов являются ковроткачество, требующее больших трудозатрат для производства одного изделия. Однако стоимость произведенной продукции значительно ограничивает спрос со стороны потребителя, в связи с чем ковроткачество на современном этапе хуже представлено на рынке и создает меньшее число рабочих мест. Керамическое производство при меньших трудозатратах на производство единицы продукции, сравнительной простоте и дешевизне изготовления изделия, наоборот, концентрирует большее количество занятых. Турист при посещении страны скорее приобретёт в качестве сувенира посуду/платок/нож нежели ковер ручной работы вследствие дороговизны изделия и сложностей его транспортировки.

Выдержка из интервью: *...Для того, чтобы сделать один квадратный метр ковра ручной работы необходимо потратить около месяца непрерывной работы. Стандартный ковер – три на четыре – занимает у одной мастерицы около года... – женщина, 30 лет, ткачиха, г. Бухара.*

Выдержка из интервью: *...На нашем производстве работает около 40 работников. Без них достичь рентабельности производства крайне сложно. Как правило они выполняют наиболее простую механическую работу – роспись посуды по заданным узорам... – мужчина, 45 лет, мастер, г. Риштан.*

В территориальном отношении, масштабы трудоспособного населения, занятого ремеслом, определяются видовой структурой отрасли, возможностями и ограничениями реализации продукции. Именно по этой причине максимальный вклад в занятость региона, как правило, вносит керамическое производство. Так, в известном керамическом центре Узбекистана – Риштане – ремесленной деятельностью занято свыше 5 000 чел., что составляет около 25% от всего населения занятого в экономике города. В других ремесленных центрах Узбекистана

занятость промыслами значительно ниже. Так, в городе Шахрихон изготовлением «пчаков» (ножей) занято 1,5% от всего трудоспособного населения города.

В свою очередь между отдельными видами промыслов и внутри них существует определенная дифференциация заработной платы, обусловленная наличием разных видов специализации при производстве продукции (подетальная и постадийная) и различиями в накопленном опыте и навыках работников. Большая часть сохранившихся на современном этапе промысловых видов деятельности функционирует в рамках семейного бизнеса, когда в производстве продукции участвует мастер и его сыновья, женщины выполняют наиболее простые технологические операции (в ремеслах, связанных с ткачеством и шитьем, в основном работают женщины). Подобное разделение труда в рамках одной семьи позволяет значительно увеличить доходы от экономической деятельности, делает занятие более рентабельным и конкурентным в сравнении с другими видами занятости. Если учесть работу простых работников, то эффект от занятия промыслами сокращается (работник имеет фиксированный размер оплаты труда), однако работа по-прежнему привлекательна с точки зрения оплаты труда (зарплата работника соотносится со средней по стране).

Выдержка из интервью: *...У нас на производстве занято около 40 женщин, которые работают на дому. Они наносят на изделия рисунок по заданным лекалам и зарабатывают около 100-200 долларов в месяц. Мастера получают около 300-500 долларов, лучшие 500-700... – мужчина, 45 лет, мастер, г. Риштан.*

*Создание условий для развития промышленности.* Отрасль народных художественных промыслов является формой материального производства с определенной технологией производства и требованиями к квалификации трудовых ресурсов. В регионах с сохранившейся отраслью население обладает необходимыми для промышленного производства начальными компетенциями. Это особенно важно для размещения и развития новых более технологичных видов производств в регионе, так как в данном случае предприятие значительно сокращает свои расходы на поиск, обучение либо переподготовку новых работников. В связи с этим промыслы можно рассматриваться, как дополнительный фактор размещения промышленных предприятий в регионе.

В советский и постсоветский период народные промыслы в Узбекистане стали важной базой для развития обрабатывающих производств в большинстве регионов, особенно в Ферганской долине и Ташкенте. На основе производственной базы отдельных ремесел создавались артели и художественные комбинаты, других – крупные промышленные предприятия – текстильные фабрики, фарфоровые, фаянсовые и стекольные заводы и т.д.

На современном этапе отрасль уступила промышленности в производстве изделий бытового назначения (например, одежда, ковры, головные уборы, обувь, кухонные принадлежности и т.д.). Вместе с этим размещение объектов промышленности соотносится со специализацией отдельных ремесленных центров, что обусловлено не только наличием базовых условий для размещения промышленности, но и действием «эффекта колеи» (возвращение к исторической специализации территории). Среди всех видов промысловой деятельности промышленный облик производства получило лишь производство текстиля, керамики и стекла. В территориальном отношении размещение указанной выше промышленности в большей степени характерно для Ферганской долины, в меньшей степени для городов с советским индустриальным прошлым.

Ярким примером размещения промышленного предприятия на базе промыслов является строительство предприятия по производству керамики и строительно-отделочных материалов в центрах развития гончарного ремесла и росписи. Например, размещение в Риштане фарфорового завода ООО SIMAX F+Z, производящего столовую посуду из фарфора и керамики высокого качества (тарелки и сервиз).

Основным фактором размещения предприятия ООО SIMAX F+Z стала база, созданная ремеслами (наличие квалифицированных сотрудников и бренда «Риштанской керамики»). Интересно, что позиционирование бизнеса имеет множество отсылок к промыслам. Это и обращение к уникальности произведенной продукции за счет технологических операций с использованием ручного труда («...производство керамики класса люкс с применением технологий ручного и механизированного литья и филигранной росписи...») (Официальный сайт компании ООО «SIMAX F+Z», 2022)) и модели сбыта продукции («...не только максимально заполнить внутренний рынок Узбекистана доступ-

ными и качественными изделиями из керамики, но и в первые наладить экспорт фарфора в страны ближнего и дальнего зарубежья...» (Официальный сайт компании ООО «SIMAX F+Z», 2022)).

Выдержка из интервью: *...Наша текстильная фабрика располагается в области. Здесь очень дешевая земля, однако есть трудности с привлечением качественных трудовых ресурсов. Очень часто к нам трудоустраиваются девушки, умеющие изначально шить, ткать. Часть из них ранее была занята на дому народными промыслами... – женщина, 50 лет, представитель текстильной фабрики, г. Ходжабад, Андижанская область.* (Пример роли народных промыслов в размещении крупной текстильной фабрики).

*Роль в развитии туризма.* При оценке вклада народных промыслов в социально-экономическое развитие территории также важно отметить высокую роль ремесла в развитии туризма. Для Узбекистана ремесленная продукция является своеобразным видом туристских ресурсов (объект искусства, сувенир и т.д.). Согласно официальным данным ассоциации «Хунарманд» численность ремесленников, работающих в сфере туризма, в Узбекистане составляет около 952 чел. В реальности значительная часть продукции разных видов промыслов реализуется туристам, а ремесленные изделия составляют значительную часть оборота розничной торговли в туристических центрах.

Выдержка из интервью: *...Порядка 60% продукции мы реализуем туристам, остальную часть – местным жителям. Кто-то покупает в качестве подарка, кто-то для своего дома. Часть продукции продается на международных выставках... – мужчина, 30 лет, мастер по изготовлению узбекской миниатюры, г. Бухара.*

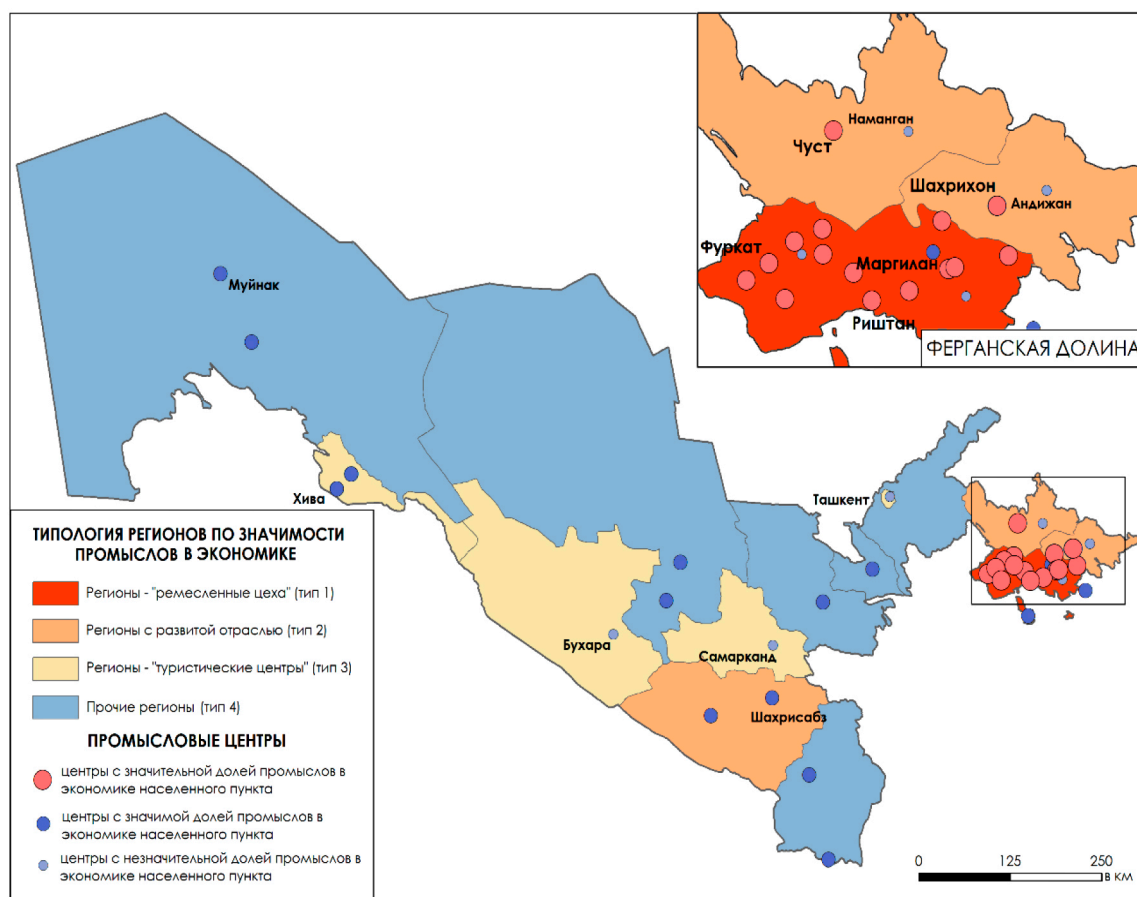
*Традиции и обычаи, образ жизни населения.* Помимо значимого вклада промыслов в экономику территорий, отрасль имеет важное культурное и социальное значение. Во-первых, ремесленная продукция имеет высокую культурную ценность. Каждый промысел является отдельным видом искусства, а многообразие различных техник выполнения и стилей оформления изделий отражает специфику развития культуры в разных регионах Центральной Азии. Во-вторых, художественные промыслы обеспечивают преемственность традиций и обычаев между разными поколениями. Сохранение традиции в свою

очередь происходит за счет использования в быту традиционных элементов хозяйства (например, одежда, ножи, керамика и др.). Некоторые изделия в культуре народов Центральной Азии имеют сакральное значение. Так, вышивка сузуни выполняет роль оберега и часто входит в состав приданного невесты. В-третьих, продукция отрасли является маркером региональной и этнической идентичности населения. Например, формирование локальной общности «риштанцы» неразрывно связана с многовековым развитием в Риштане керамического производства. Использование местными жителями промысловой продукции в быту является отражением процесса глокализации.

Выдержка из интервью: *...Промыслы – это наши традиции. Без традиций и религии мы никто... – мужчина, 30 лет, мастер по изготовлению узбекской миниатюры, г. Бухара.*

**Типология регионов Узбекистана по вкладу промыслов в социально-экономическое развитие территорий.** Вклад отрасли в экономику территорий Узбекистана существенно различается. На региональном уровне в республике выделяются четыре типа регионов с разным уровнем влияния промысловой деятельности на социально-экономическую ситуацию в регионе: регионы- «ремесленные цеха» (например, Ферганская область) (1 тип), регионы с развитой отраслью (например, Андижанская, Наманганская и Кашкадарьинская области) (тип 2), регионы – «туристские центры» (например, г. Ташкент, Самаркандская, Бухарская и Хорезмская области) (тип 3) и прочие регионы (например, Джизакская и Навоийская области) (рисунок 3), (таблица 1).

Регионы первого типа («ремесленные цеха») имеют развитую отрасль промыслов со значительными масштабами производства. В отличие от прочих территорий данный тип регионов имеет множество сохранившихся в настоящее время ремесленных центров (свыше 20). В отдельных населенных пунктах Ферганской области промыслы являются основной отраслью специализации экономики (например, Риштан, Дангара и др.). Вклад отрасли в экономику регионов первого типа высокий. Серьезным ограничением развития ремесла является удаленность региона от основных рынков сбыта, преимуществом – избыток дешевых трудовых ресурсов и ограниченность мест приложения труда.



**Рисунок 3** – Вклад народных художественных промыслов в экономику регионов и городов Республики Узбекистан. Источник: составлено авторами.

В регионах второго типа («регионы с развитой отраслью промыслов») отрасль характеризуется меньшими масштабами производства чем в первом типе. Отрасль имеет ремесленные центры разного порядка (например, Андижан, Чуст и др.). В некоторых населенных пунктах промысловая деятельность по-прежнему является важной отраслью экономики (например, Шахрихон). Несмотря на это, вклад отрасли в экономику регионов значительно ниже. Промыслы имеют схожие с первым типом регионов ограничения развития.

Выделение регионов третьего типа (регионы- «туристские центры») по большей части связано с историческими особенностями развития отрасли. Промысловая деятельность в регионах данного типа представлена в основном в крупных городах – Ташкенте, Самарканде и др. В постсоветский период промыслы сохранились за счет туризма, который стал основным потребителем промысловой продукции. Вклад

отрасли в развитие территории ограничивается уровнем отдельных домохозяйств. Основной проблемой для отрасли является нарушение преемственности знаний и навыков между разными поколениями, что особенно характерно для крупных городов с возможностью выбора более доходных мест приложения труда.

Регионы четвертого типа («прочие регионы») в меньшей степени зависимы от отрасли. Регионы отличаются небольшим количеством ремесленных центров с незначительными масштабами деятельности. Часто, на один центр приходится всего несколько домохозяйств, поэтому вклад промыслов в развитие региона минимален. Для отрасли этих регионов существует множество ограничений, среди которых отсутствие инфраструктуры для производства, проблемы со сбытом продукции, нарушение преемственности знаний и т.д. Отрасль данных регионов требует особого внимания со стороны государства и финансовой поддержки.

**Таблица 1** – Типология регионов Узбекистана по масштабам и направлениям развития отрасли народных художественных промыслов.

| Наименование типа региона                           | Регионы - «Ремесленные цеха» (тип 1)   | Регионы с развитой отраслью промыслов (тип 2)   | Регионы – «Туристские центры» (тип 3)   | Прочие регионы (тип 4)  |
|---|--|---|---|---|
| Примеры регионов                                    | Ферганская обл.  | Андижанская, Наманганская, Кашкадарьинская.   | г. Ташкент, Самаркандская, Бухарская и Хорезмская обл.  | Джизакская, Сырдарьинская, Сурхандарьинская, Навоийская обл. и др.  |
| Масштабы промысловой деятельности                   | значительные   | значимые  | менее значимые  | незначительные  |
| Особенности развития промыслов на современном этапе | Сохранение отрасли в связи с региональными особенностями рынка труда и наличием внутреннего спроса; Развитие промышленности и туризма на основе промысловой базы                 | Схожие особенности развития, что и в первом типе регионов, но с худшей динамикой развития; Попытки интеграции отрасли с туризмом  | Значительная интеграция сохранившихся промыслов и туризма (промысловая продукция, как региональный бренд)                 | Функционирование в небольших масштабах сохранившихся видов промыслов  |
| Значимость в экономике региона                      | значительная   | значимая  | достаточно значимая   | незначительная  |
| Сфера влияния отрасли на внутрирегиональном уровне  | Значительная часть региона: особенно небольшие населенные пункты, в меньшей степени крупные города (например, Фергана, Риштан, Дангара и др.)                                    | Отдельные промысловые центры (например, Андижан, Чуст, Шахрихон и др.)  | Крупные туристские города с богатым промысловым прошлым (например, Ташкент, Самарканд, Бухара и др.)                      | Населенные пункты с наличием промысловой деятельностью незначительного масштаба (например, Гиждуван, Муйнок, Байсун)                    |
| Основные ограничения развития                       | Удаленность от основных рынков сбыта продукции   | Удаленность от основных рынков сбыта продукции  | Нарушение преемственности знаний и навыков  | Нарушение преемственности знаний и навыков, Ограниченность инфраструктуры и каналов сбыта продукции                                     |
| Рекомендации  | Создание инфраструктуры и каналов сбыта продукции в крупных региональных туристических центрах (например, Коканд и др.); Использование промыслов как туристские бренд территории | Создание инфраструктуры и каналов сбыта продукции в близлежащих туристических центрах (например, Ташкент, Самарканд и др.); Использование промыслов как туристские бренд территории | Создание условий для обеспечения преемственности навыков и знаний в связи с наличием более доходных мест приложения труда | Создание инфраструктуры для размещения производств, установление каналов сбыта продукции и обеспечение преемственности знаний и навыков |

Источник: составлено авторами.

## Заключение

Несмотря на значительное сокращение производства ремесленной продукции в XX-XXI вв.

значение промыслов в социально-экономическом развитии территорий Центральной Азии по-прежнему высоко. Промыслы являются важной отраслью экономики отдельных городов и

регионов Узбекистана. В отдельных ремесленных центрах на них приходится от 1-3 % до 25% в валовом выпуске промышленности и занятости трудоспособного населения.

Максимальное влияние на экономику территорий промыслы оказывают в регионах аграрной специализации с избытком трудовых ресурсов и ограничениями мест приложения труда (регионы Ферганской долины). В крупных городах Узбекистана промыслы давно перестали быть основой экономики, в них ремесла функционируют во взаимосвязи со сферой туризма.

Влияние промыслов на социально-экономическое развитие территорий разностороннее и многоуровневое – от экономики отдельных домохозяйств до экономики сельских населенных пунктов, малых городов и агломераций. На современном этапе часто влияние промыслов ограничивается локальным уровнем, в крупных городах вклад ремесел значительно ниже в связи с развитием в них промышленности и сферы услуг.

Экономическое значение промыслов заключается в создании добавленной стоимости и дополнительной занятости, а также мультипликативных эффектов в экономике от промысловой деятельности. На современном этапе промыслы в регионах Узбекистана все больше ориентируются на сферу туризма. Туристы стали основным потребителем промысловой продукции, на них приходится до 50-90% реализованных изделий.

Немаловажную роль промыслы играют в формировании индустриального комплекса регионов Узбекистана. Развитие новых обрабатывающих производств в стране отчасти основано на базе промыслов – например, на основе накопленных навыков и знаний среди местного населения, занятого различными видами ремесел. Особенно часто на базе промыслов появляются текстильные, керамические и стекольные производства.

Наравне с богатым архитектурно-культурным наследием регионов промыслы являются важным видом туристских ресурсов территорий. Ремесленная продукция является региональным брендом, в крупных туристских центрах страны реализация промысловых изделий составляет важную статью розничного оборота торговли (например, в Ташкенте, Самарканде, Бухаре и т.д.).

Помимо экономических эффектов от промысловой деятельности, ремесла имеют важное социокультурное значение. Они участвуют в сохранении преемственности традиции и обычаев между поколениями, в формировании региональной идентичности населения, несмотря на значительное сокращение присутствия ремесленной продукции в жизни местного населения.

По вкладу промыслов в социально-экономическое развитие территорий выделяются разные типы регионов – «регионы-ремесленные цеха», регионы с развитой отраслью промыслов, «регионы-туристские центры» и прочие регионы. Каждый их типов регионов отличается особенностями развития отрасли и требует индивидуальных рекомендаций при регулировании развития промыслов. «Регионы-ремесленные цеха» – установление каналов сбыта продукции, «регионы-туристские центры» – обеспечение преемственности знаний и навыков, «прочие регионы» – целый комплекс мер по сохранению промысловой базы.

### Благодарность, конфликт интересов

Исследование проведено при финансовой поддержке проектов РГО (проект № 04/2021-И). Авторы выражают благодарность за предоставление материалов и информации мастерам Узбекистана (в особенности семье Хамраевым) и желают процветания их ремесел.

### Литература

- Akinbogun, T.L., Ogunduyile, S.R. Crafts engagement in the economic survival of South-Western Nigerian rural women. *Journal of Enterprising Communities: People and Places in the Global Economy*. Vol. 3, no. 2 (2009): 217-234.
- Ateljevic, J., & Page, S.J. *Tourism and Entrepreneurship* (1st ed.). London: Routledge. (2009): 480.
- Chartrand H.H. The crafts in the post-modern economy. *J Cult Econ*, no. 12 (1988): 39–66.
- Chattopadhyay, K. Crafts and the Future. *India International Centre Quarterly*. Vol. 11, no. 4 (1984): 5–14.
- Ergasheva A.F., Kadirova M.M., Kadirova S.H. The role of the tourism nationals crafts in Bukhara region. *European science*. no. 1 (50), (2020): 15-16.
- Friel M. Crafts in the Contemporary Creative Economy. *Aisthesis*, no. 13(1), (2020): 83-90.
- Hui X., Yan Z. Discussion on the Role of Heilongjiang Tourism Crafts in Promoting the Development of Tourism Culture and Creative Industries. *Advances in Economics, Business and Management Research*. Vol. 71. (2018): 432-435.

- Jourdain A. Analysing the Symbolic Economy with Pierre Bourdieu: The World of Crafts. *Forum for Social Economics*. no. 47 (3-4), (2018): 342-361.
- K. Yair. Craft and Rural Development. *Research Associate, Crafts Council*. (2011): 7.
- Luckman S., Nicola J., Thomas R. Crafting economies: Contemporary cultural economies of the handmade. *Bloomsbury Academic*, (2017): 248.
- Mignosa A., Kotipalli P. A Cultural Economic Analysis of Craft. (2019). Cham: Palgrave Macmillan, (2019): 318.
- Phukon M. Folk crafts of Assam: Tradition and changes. *GORTERIA JOURNAL*. Vol. 34, no. 1 (2021): 219-222.
- Shomirzaev M.K., Dosyarov X.C., Xusanov O.S., Avazov J.D., Shaymardonova N.Q. National handicrafts of Uzbekistan and its social-economics significance. *European Journal of Research and Reflection in Educational Sciences*. Vol. 8, no. 8 (2020): 129-138.
- Yair, K., Press, M., Tomes, A. Crafting competitive advantage: Crafts knowledge as a strategic resource. *Design Studies*. (2001): 377-394.
- Абулкасимов Х.П., Абдуллаева Р.Г. Совершенствование механизма развития ремесленнического предпринимательства в республике Узбекистан. *Экономика и финансы*. № 4 (140). (2021): 8-14.
- Данные ассоциации народных мастеров, ремесленников и живописцев республики Узбекистан Хунарманд. URL: <https://hunar.uz/?lang=ru> (дата и время обращения: 11:00, 10.02.2022).
- Оstonov O.A. Тенденции развития национального ремесленничества в Узбекистане. *Экономика Центральной Азии*. Том 5. № 1. (2021): 67-80.
- Официальный сайт компании ООО «SIMAX F+Z». URL: <https://1940-uz.all.biz/info-about> (дата и время обращения: 15:00, 16.02.2022).
- Результаты полевых исследований, проведенных авторами в Узбекистане в январе-феврале 2022 г.
- Статистический ежегодник республики Узбекистан (2011-2020). Государственный комитет республики Узбекистан по статистике, Ташкент, 2021. 289 с.
- Турсунова Г.З. История возникновения и развития капиталистической мануфактуры в Средней Азии: автореф...дис. канд. наук. – Душанбе: Ин-т экономических исследований Министерства экономического развития и торговли республики Таджикистан. 2009. – 26 с.
- Указ Президента Республики Узбекистана №1741 О мерах государственной поддержки дальнейшего развития народных художественных промыслов и прикладного искусства от 31 марта 1997 года.
- Цой Н.В. Особенности организации надомного труда в Узбекистане. *Экономика и финансы*. № 6. (2015): 63-69.

## References

- Akinbogun, T.L., Ogunduyile, S.R. Crafts engagement in the economic survival of South-Western Nigerian rural women. *Journal of Enterprising Communities: People and Places in the Global Economy*. Vol. 3, no. 2 (2009): 217-234.
- Ateljevic, J., & Page, S.J. Tourism and Entrepreneurship (1st ed.). London: Routledge. (2009): 480.
- Chartrand H.H. The crafts in the post-modern economy. *J Cult Econ*, no. 12 (1988): 39–66.
- Chattopadhyay, K. Crafts and the Future. *India International Centre Quarterly*. Vol. 11, no. 4 (1984): 5–14.
- Ergasheva A.F., Kadirova M.M., Kadirova S.H. The role of the tourism national crafts in Bukhara region. *European science*. no. 1 (50), (2020): 15-16.
- Friel M. Crafts in the Contemporary Creative Economy. *Aisthesis*, no. 13(1), (2020): 83-90.
- Hui X., Yan Z. Discussion on the Role of Heilongjiang Tourism Crafts in Promoting the Development of Tourism Culture and Creative Industries. *Advances in Economics, Business and Management Research*. Vol. 71. (2018): 432-435.
- Jourdain A. Analysing the Symbolic Economy with Pierre Bourdieu: The World of Crafts. *Forum for Social Economics*. no. 47 (3-4), (2018): 342-361.
- K. Yair. Craft and Rural Development. *Research Associate, Crafts Council*. (2011): 7.
- Luckman S., Nicola J., Thomas R. Crafting economies: Contemporary cultural economies of the handmade. *Bloomsbury Academic*, (2017): 248.
- Mignosa A., Kotipalli P. A Cultural Economic Analysis of Craft. (2019). Cham: Palgrave Macmillan, (2019): 318.
- Phukon M. Folk crafts of Assam: Tradition and changes. *GORTERIA JOURNAL*. Vol. 34, no. 1 (2021): 219-222.
- Shomirzaev M.K., Dosyarov X.C., Xusanov O.S., Avazov J.D., Shaymardonova N.Q. National handicrafts of Uzbekistan and its social-economics significance. *European Journal of Research and Reflection in Educational Sciences*. Vol. 8, no. 8 (2020): 129-138.
- Yair, K., Press, M., Tomes, A. Crafting competitive advantage: Crafts knowledge as a strategic resource. *Design Studies*. (2001): 377-394.
- Абулкасимов Х.П., Абдуллаева Р.Г. Совершенствование механизма развития ремесленнического предпринимательства в республике Узбекистан(Improvement of the mechanism of development of handicraft entrepreneurship in the Republic of Uzbekistan). *Экономика и финансы*. № 4 (140). (2021): 8-14.
- Данные Ассоциации народных мастеров, ремесленников и живописцев республики Узбекистан Хунарманд (Data of the Association of Folk Craftsmen, Artisans and Painters of the Republic of Uzbekistan Hunarmand). URL: <https://hunar.uz/?lang=ru> (дата и время обращения: 11:00, 10.02.2022).
- Оstonov O.A. Тенденции развития национального ремесленничества в Узбекистане(Trends in the development of national handicrafts in Uzbekistan). *Экономика Центральной Азии*. Том 5. № 1. (2021): 67-80.
- Официальный сайт компании ООО SIMAX F+Z(Official website of «SIMAX F+Z» LLC). URL: <https://1940-uz.all.biz/info-about> (дата и время обращения: 15:00, 16.02.2022).
- Результаты полевых исследований, проведенных авторами в Узбекистане в январе-феврале 2022 г.(The results of field research conducted by the authors in Uzbekistan in January-February 2022).

Statisticheskij ezhegodnik respubliky Uzbekistan (2011-2020). Gosudarstvennyj komitet respubliky Uzbekistan po statistike (Statistical Yearbook of the Republic of Uzbekistan (2011-2020). State Committee of the Republic of Uzbekistan on Statistics). Tashkent, 2021. 289 s.

Tursunova G.Z. Istorija voznikovenija i razvitija kapitalisticheskoy manufaktury v Srednej Azii (The history of the emergence and development of capitalist manufacture in Central Asia): avtoref...dis. kand. nauk. – Dushanbe: In-t jekonomicheskikh issledovanij Ministerstva jekonomicheskogo razvitija i torgovli respubliky Tadjikistan. 2009. – 26 s.

Ukaz Prezidenta Respubliki Uzbekistana №1741 O merah gosudarstvennoj podderzhki dal'nejshego razvitija narodnyh hudozhestvennyh promyslov i prikladnogo iskusstva ot 31 marta 1997 goda. (Decree of the President of the Republic of Uzbekistan No. 1741 On measures of State support for the further development of folk arts and crafts and applied arts dated March 31, 1997.).

Coj N.V. Osobennosti organizacii nadomnogo truda v Uzbekistane. Jekonomika i finansy (Features of the organization of home-work in Uzbekistan). № 6. (2015): 63-69.



О.Ж. Таукебаев<sup>1,2</sup>, К.Б. Зулпыхаров<sup>2,3</sup>, А.А. Асылбекова<sup>2</sup>,  
С.М. Дуйсенбаев<sup>2</sup>, М.М. Сейтказы<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup> Ғарыштық технологиялар және Жерді қашықтықтан зондтау орталығы, Қазақстан, Алматы қ.

<sup>2</sup> Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан, Алматы қ.

<sup>3</sup> Ионосфера институты, Қазақстан, Алматы қ.

\*e-mail: moldirseytqazy@gmail.com

## ИРРИГАЦИЯЛЫҚ ЖҮЙЕЛЕРДІҢ ТЕХНИКАЛЫҚ ЖАҒДАЙЫ ЖӘНЕ ОНЫҢ СУАРМАЛЫ ЖЕРЛЕРДІҢ ДИНАМИКАСЫНА ӘСЕРІ (ЖАМБЫЛ ОБЛЫСЫ, ТАЛАС АУДАНЫ)

Мақалада Жамбыл облысы Талас ауданындағы су жүйелерінің техникалық жағдайына сипаттама жасалып, оның аумақтағы суармалы жерлер ауданының өзгеру динамикасына әсер ету көрсеткіштеріне талдау жасалды. Соңғы жылдары жүргізілген далалық жұмыс мәліметтерінің және статистикалық көрсеткіштердің негізінде, суармалы егістік алқаптары аудандарының өзгеру динамикасы көрсетіліп, аудандағы суармалы жерлер ауданының кемуіне әсер етуші факторлар анықталды.

Талас ауданның суармалы жерлерінде өте ыңғайлы етіп орналастырылған су және кәріз жүйесі бар, алайда көп жылдар жөндеу жүргізілмегендіктен олардың басым бөлігінің техникалық жағдайы нашарлап істен шыққан.

Зерттеу нәтижелері көрсеткендей, аудандағы көптеген суару жүйелерінің техникалық жағдайының қанағаттанарлықсыз деңгейде болуы, суару жүйелерінде дер кезінде жөндеу жұмыстарының жүргізілмеуі және кейбірінің апатты жағдайда болуы, сондай-ақ, көпшілігінің жеке меншікке өтіп кетуі сияқты мәселелердің салдарынан өңірдегі суармалы жерлердің 50-60 % пайдаланылмайтынын көрсетті.

Ауданның аумақтық ерекшеліктерін ескере отырып, суармалы жерлерін тиімді пайдаланудың басым бағыттары анықталды және оларды тиімді пайдалануды жетілдіру мәселелері қарастырылды. Сонымен қатар, Талас ауданы аумағында егістік жерлерді, соның ішінде суармалы жерлерді тиімді пайдалану бойынша ұсыныстар берілді.

**Түйін сөздер:** суармалы жерлер, су жүйелері, ирригация, Талас ауданы.

O. Taukebayev<sup>1,2</sup>, K. Zulpykharov<sup>2,3</sup>, A. Assylbekova<sup>2</sup>, S. Duisenbayev<sup>2</sup>, M. Seitkazy<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup> Center for Space Technologies and Remote Sensing, Kazakhstan, Almaty

<sup>2</sup> Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan, Almaty

<sup>3</sup> Institute of the Ionosphere, Kazakhstan, Almaty

\*e-mail: moldirseytqazy@gmail.com

### Technical condition of irrigation systems and its impact on the dynamics of irrigated lands (Talas district, Zhambyl region)

The article describes the technical condition of the irrigation networks of the Talas district of the Zhambyl region and analyzes the indicators of its impact on the dynamics of changes in the area of irrigated land. Based on the data of field work carried out in recent years and statistics, the dynamics of changes in the areas of irrigated arable land is shown, factors affecting the reduction of the area of irrigated land in the district are identified. The irrigated lands of the Talas district have a very convenient water supply and sewerage system, but due to the fact that they have not been repaired for many years, the technical condition of most of them has deteriorated and is out of order.

The results of the study show that 50-60% of the irrigated lands of the region are not used due to poor technical condition, untimely repairs and some emergency situations of many irrigation systems in the region, as well as the transfer of most of them to private ownership.

The priorities for the effective use of irrigated lands are determined, taking into account the territorial specifics of the area, and the issues of increasing the efficiency of their use are outlined. In addition, recommendations are given on the effective use of arable land in the Talas region, including irrigated lands.

**Key words:** irrigated lands, water systems, irrigation, Talas district.

О.Ж. Таукебаев<sup>1,2</sup>, К.Б. Зулпыхаров<sup>2,3</sup>, А.А. Асылбекова<sup>2</sup>,  
С.М. Дуйсенбаев<sup>2</sup>, М. Сейтказы<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup>Центр космических технологий и дистанционного зондирования Земли, Казахстан, г. Алматы

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

<sup>3</sup>Институт Ионосферы, Казахстан, г. Алматы

\*e-mail: moldirseytqazy@gmail.com

### Техническое состояние ирригационных систем и ее влияние на динамику орошаемых земель (Жамбылская область, Таласский район)

В статье описано техническое состояние ирригационных систем Таласского района Жамбылской области и проанализированы показатели его влияния на динамику изменения площади орошаемых земель. На основе данных статистики и полевых работ, проведенных за последние годы, показана динамика изменения площади орошаемой пашни, также выявлены факторы, влияющие на уменьшение площади орошаемых земель в исследуемом районе. Орошаемые земли Таласского района имеют очень удобную систему водоснабжения и канализации, но из-за того, что они не ремонтировались в течение многих лет, техническое состояние большинства из них ухудшилось и вышли из строя.

Результаты исследования показывают, что 50-60 % орошаемых земель области не используются в связи с неудовлетворительным техническим состоянием, несвоевременным ремонтом и некоторыми аварийными ситуациями многих оросительных систем области, а также переводом большей части их в частную собственность.

Определены приоритеты эффективного использования орошаемых земель с учетом территориальной специфики местности и обозначены вопросы повышения эффективности их использования. Кроме того, даны рекомендации по эффективному использованию пашни Таласского района, в том числе орошаемых земель.

**Ключевые слова:** орошаемые земли, водные системы, ирригация, Таласский район.

### Кіріспе

Ондаған жылдар бойы жеткілікті мөлшерде де, қанағаттанарлық сапа жағынан да суға үнемі өсіп келе жатқан сұраныс жобалаушыларды ойлануға және су ресурстары жүйелеріне қатысты жан-жақты, күрделі және өршіл жоспарларды ұсынуға мәжбүр етуде (Paudyal, 1990; Watkins, 1998; Abbaspour, 2009; Billionnet, 2009; Li, 2011).

2050 жылға қарай 9 миллиардтан асатын халықты тамақтандыру үшін азық-түлік өндірісін екі есеге жуық арттыру қажет (Connor, 2015). Бұл дегеніміз, тапшы су ресурстарын, әсіресе дүние жүзіндегі құрғақ және жартылай құрғақ аймақтарда салынған ірі ауылшаруашылық жобаларында ұтымды пайдалануды талап етеді (Unesco, 2015; FAO, 2017a; FAO, 2017b; FAO, 2021a; FAO, 2021b). Қазіргі уақытта дүние жүзіндегі ауыл шаруашылығы мақсатында пайдаланылатын жер ресурстарының шамамен 18% -ы ғана суармалы жерлер болып табылады, алайда, барлық азақ-түлік өндірісінің шамамен 40% -ы осы ресурстардың үлесіне тиесілі (Postel, 2001). Сондай-ақ, осы суармалы жерлер, су ресурстарын тиімсіз басқарудан туындаған тұздану мен батпақтану деңгейлерінен зардап шегеуде.

Жердің деградациялық үрдістерге ұшырауы әсіресе, Орталық Азияда орналасқан әлемдегі ең

ірі ирригациялық және дренаждық жүйелердің бірінде өзекті мәселе болып тұр. Осы өңірдегі суармалы алқаптардың 1960-жылдардағы 4,5 миллион гектардан 1990-жылдары 7,9 миллион гектарға жуық ұлғаюымен жыл сайынғы жалпы су тұтынуының шамамен 96,3 км<sup>3</sup> немесе 90% осы суару жүйелері арқылы жіберіледі (Abdullaev, 2009). Орталық Азияда Тұщы су ресурстарының тапшылығы туралы жиі айтылатынына қарамастан, суармалы егіншілік үшін суды тұтыну орташа есеппен 1 га-ға 10-15 мың м<sup>3</sup> (1000-1500 мм) құрайды, бұл суды пайдалану тиімділігінің төмендігіне байланысты орасан зор ысырапшылдық болып саналады (Awan, 2016).

2017 жылғы 9 қыркүйектегі ҚР Үкіметінің кеңейтілген отырысында ҚР Тұңғыш Президенті Н.Ә. Назарбаев Қазақстанның жер және су ресурстарының стратегиялық маңыздылығын ерекше атап өтіп, ауыл шаруашылығы министрлігіне 2017-2021 жылдарға арналған агроөнеркәсіптік кешенді (әрі қарай АӨК) дамытудың мемлекеттік бағдарламасын әзірлеуді, сонымен қатар осы бағдарлама аясында Қазақстанның су ресурстарын тиімді пайдалану мен басқару мәселелерін де біріктіруді тапсырды. Себебі, экономиканың тұрақты дамуы және мемлекеттің әлеуметтік-саяси құрылымы көбінесе су ресурсының жеткілікті болуы мен сапасына байланысты бо-

лады. Бүгінгі таңда да бұл мәселе еліміздің АӨК дамытудың басым бағыттарының бірі болып қала береді (Қазақстан Республикасы Президентінің Жарлығы. Қазақстан Республикасының агро-өнеркәсіптік кешенін дамытудың 2017-2021 жылдарға арналған мемлекеттік бағдарламасын бекіту және оған өзгерістер мен толықтырулар енгізу туралы, 2017).

Қазақстан су ресурстары жеткіліксіз елдердің қатарына жатады, меншікті сумен қамтамасыз етілуі жылына 1 км<sup>2</sup>-ге 37 мың м<sup>3</sup> және бір адамға шаққанда 6,0 мың м<sup>3</sup> құрайды. Су ресурсы тапшылығы Қазақстан өңірлерінің басым бөлігінің көршілес мемлекеттер: Ресей, Қытай, Қырғызстан және Өзбекстанның су шаруашылығы саясатына тәуелділігін одан әрі тереңдеті түседі. Осы елдердің аумағы арқылы Ертіс, Сырдария, Жайық, Іле және Талас сияқты суы мол артериялар ағады, жыл сайын осы мемлекеттер арасында трансшекаралық өзендердің суларын бөлу мәселелері шиеленісе түсуде.

Ел экономикасы салалары арасында негізгі су тұтынушы – ауыл шаруашылығы (60 %-дан астам), сондықтан да еліміздегі АӨК дамыту үшін, оларды су ресурсымен қамтамасыз ету, ұтымды шараларды іске асыру қазіргі таңда өте маңызды (Олжабаева, 2018).

Су ресурстары – зерттеліп отырған аумақтың табиғи және антропогендік ландшафтарының динамикасы мен дамуының негізгі факторларының бірі болып табылады.

Ұсынылған жұмыс Жамбыл облысы Талас ауданы жерлерінің деградация және шөлейттену процестерін жан-жақты зерттеу мақсатында осы фактордың егжей-тегжейлі сипаттамасы болып табылады.

Арнайы әдебиеттерді талдау осы сипаттағы жұмыстардың жоқтығын, атап айтқанда ландшафттар, геологиялық-геоморфологиялық, ауарайы-климаттық жағдайлар бойынша жарияланған жұмыстардың жоқтығын көрсетеді. Сондай-ақ, арнайы әдебиеттерде Талас ауданы аумағының өзен жүйелері, суару желілері және олардың табиғи және антропогендік ландшафттардың динамикасы мен дамуына әсері көрсетілмеген. Табиғи процестер табиғи кешендердің физикалық-географиялық өзара іс-қимылы контекстінде қарастырылады, бұл бағытта Қаратау жотасының ТТК – тау етегіндегі жазықтың ТТК – Талас өзені алқабының суармалы агроландшафттары-Мойынкүм құмды шөлінің ТТК

жүйедегі физикалық – географиялық процестердің реттілігі қарастырылған жұмыстар жоқ.

### Зерттеу нысаны

Зерттеу жүргізіліп отырған Жамбыл облысы Талас ауданы құрғақ, ылғалдылығы тұрақсыз аймақта орналасқан және ылғал жетіспеушілігі айқын байқалады. Аудан – Жамбыл облысының оңтүстік бастысында орналасқан (1-сурет). Жалпы ауданы 12,2 мың км<sup>2</sup> құрайды (Қазақстан республикасының ұлттық атласы, 2006). Ауданның жер бедері оңтүстікте таулы аймақтан (Қаратау жотасы) солтүстігіне қарай төмендеп, құмды Бетпақдала шөлімен ұласады. Аумақтың басым бөлігі шөл және шөлейт зоналарында орналасқандықтан, климаты шұғыл континентті. Қысы салыстырмалы түрде суық, жазы өте ыстық және құрғақ, орташа жылдық жауын-шашын мөлшері 140-230 мм аралығында өзгереді.

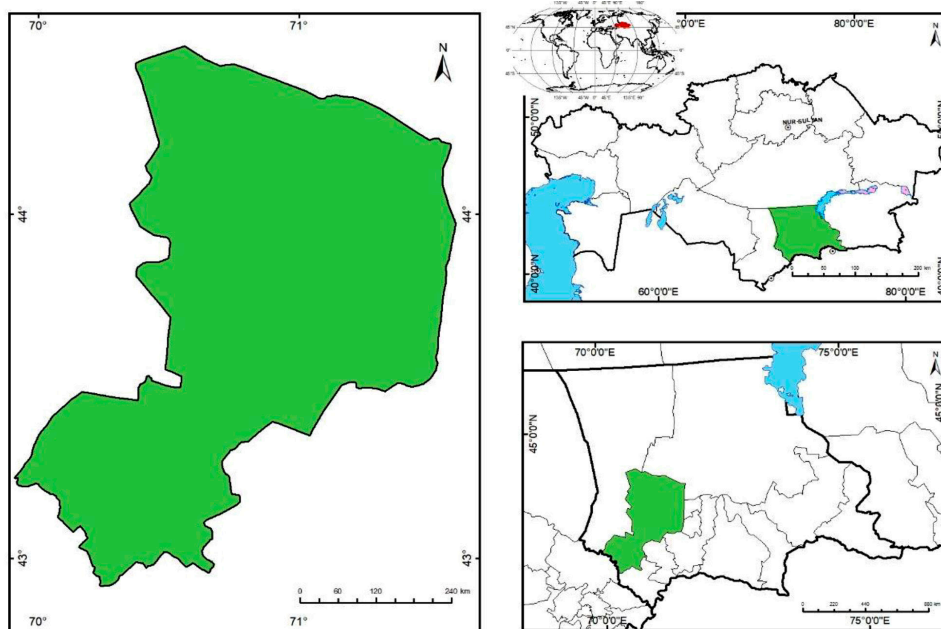
Ауданның оңтүстігінде таулы сұр және таулы қызғылт топырақ, солтүстігінде құмды, құмайты топырақ, ал жазық жерлерінде шалғынды сұр топырақ таралған. Ауданданның негізгі су көздерін – Талас, Аса, Көктал, Тамды өзендері және тау бұлақтары құрайды.

Талас ауданы облыстағы көршілес аудандар сияқты ауыл шаруашылығына, соның ішінде мал шаруашылығы саласына маманданған. Аудан аумағының көп бөлігінің шөл және шөлейт зоналарында орналасуы, жауын-шашын мөлшерінің аз болуына байланысты, аудан аумағының көп бөлігі табиғи жайылым ретінде пайдаланылады. Ал егін шаруашылығы бойынша өңірде суармалы егіншілік дамыған.

2021 жылғы мәліметтер бойынша аудандағы суармалы жерлердің жалпы ауданы 12 685 гектар, бұл жалпы аудан жер қорының 1,03 %-ы ғана құрайды (Жамбыл облысы әкімшілігінің жер қатынастары басқармасы, 2021). Ауданда соңғы жылдары су шаруашылығы жүйелерінің жарамсыз болуына байланысты, суармалы жерлердің 70-75 % пайдаланылмайды. Мұның басты себебі – қайта құру, оңтайландыру кезеңдерінде су пайдаланушы шаруашылықтардың майдаланып кетуі, ұсақ шаруашылықтардың жер телімдерін толық игеруге шамаларының келмеуі. Осыған байланысты, суару жүйелерінде дер кезінде жөндеу жұмыстарының жүргізілмеуі, техникалық жағдайларының нашар жағдайға жетуі, кейбірінің апатты жағдайда

болуы және көпшілігінің жеке меншікке өтіп кетуі суармалы егінді сумен қамту мүмкіндігінен айырып отыр. Аталған мәселелер аудандағы шаруашылығы жүйелерінің облыстық немесе

республикалық деңгейдегі маңызы бар кәсіпорындарға толығымен қайта берілуінің және өңірде гидротехникалық іс-шаралардың тиімді ұйымдастырылуының қажет екенін айқындайды.



1-сурет – Зерттеу нысаны

### Бастапқы мәліметтер және зерттеу әдістері

Зерттеудің теориялық және әдістемелік негізін су ресурсын ауыл шаруашылығында тиімді пайдалану мен суармалы егістік жерлеріндегі топырақтың құнарлығын жақсарту мен сақтау бойынша гидротехникалық және агротехникалық іс-шараларды салыстырмалы және кешенді зерттеуді қамтамасыз ететін жүйелі талдау әдісі құрады (Берталанфи Л., 1969, Напельбаум Э. Л., 1980, Никаноров С. П., 1972).

Суармалы егістік жерлердің пайдалану деңгейі мен олардың ауданының өзгеру динамикасын талдау және мониторинг жүргізу кезінде келесі әдістер пайдаланылды: салыстырмалы, картографиялық, статистикалық және жүйелі талдау, сонымен қатар далалық зерттеу әдістері.

Ұсынылып отырған жұмыстың бастапқы мәліметтері ғылыми әдебиеттер мен далалық зерттеу жұмыстары және аудан мекемелерінің материалдарына негізделген. Ауданның суармалы жерлері, олардың пайдаланылуы бойынша мәліметтер облыстың ауыл шаруашылығы бас-

қармасының, ҚР Статистика Комитетінің статистикалық жиынтықтары мен Жер ресурсын басқару Комитетінің және ҚР АШМ Су ресурстары комитеті «Оңтүстік Қазақстан гидрогеологиялық-мелиоративтік экспедициясы» РММ жиынтық есептерінен алынды.

### Зерттеу нәтижелері және оларды талқылау

Жамбыл облысы Талас ауданының жалпы жер қоры 1 220 562 гектар. Оның – 441 298,7 гектары 2021 жылдың 1 қарашасындағы жағдай бойынша ауылшарушылығы мақсатындағы жерлер болса, оның 12 685 гектары суармалы жерлердің үлесіне тиесілі. Жалпы аудандағы суармалы егістікке жататын жерлердің 70 %-дан астамы Талас өзенінің бойында шоғырланған.

Аудандағы су жүйелерінің ұзындығы 75,88 км құрайды, оның 30,48 км бетондалған. Ішкі шаруашылық су жүйелерінің ұзындығы 506,38 км құраса, оның 111,5 км науа және 38,26 км темірбетондалған. Аудандағы ауыл

шаруашылығы алқаптарын суару мақсатында Талас өзені алабында 24 , Аса өзені алабында 3 канал, Көктал өзені бойында 3 канал және Тамды өзені бойында 2 магистралды және шаруашылық аралық каналдар тартылған (1-кесте) («Қазсушар» РМК Жамбыл филиалы, 2021).

**1-кесте** – Жамбыл облысы, Талас ауданының су шаруашылық жүйелері

| №                           | Суару жүйелері (каналдар) | Ұзындығы, км | Су өткізу қабілеті, м <sup>3</sup> /с | Суарылатын алқап, мың га |
|-----------------------------|---------------------------|--------------|---------------------------------------|--------------------------|
| <b>Талас өзені бойынша</b>  |                           |              |                                       |                          |
| 1                           | МК Жиёмбет                | 5,6          | 6,0                                   | -                        |
| 2                           | МХК Узын                  | 7,9          | 5,0                                   | -                        |
| 3                           | Абиш                      | 3,5          | 0,5                                   | 0,267                    |
| 4                           | Левая ветка               | 16           | 1,5                                   | 1,039                    |
| 5                           | ПВМК Жиёмбет              | 8,3          | 1,4                                   | 0,530                    |
| 6                           | Аккум                     | 9,0          | 1,0                                   | 0,527                    |
| 7                           | Кокколь                   | 4,0          | 0,4                                   | 0,210                    |
| 8                           | Жамбас                    | 2,0          | 0,4                                   | 0,120                    |
| 9                           | Жамбыл                    | 3,0          | 0,3                                   | 0,080                    |
| 10                          | Лоток                     | 5,6          | 0,4                                   | 0,227                    |
| 11                          | Кыдыр                     | 7,0          | 2,0                                   | 0,243                    |
| 12                          | Шаруашылық                | 15,0         | 3,0                                   | 0,924                    |
| 13                          | Казахбай                  | 7,5          | 2,0                                   | 0,448                    |
| 14                          | МХК Жумабек               | 20,0         | 5,0                                   | 0,925                    |
| 15                          | МХК Борибай               | 17,0         | 6,0                                   | 0,350                    |
| 16                          | Борибай-2                 | 6,5          | 0,3                                   | 0,206                    |
| 17                          | Жадик                     | 3,8          | 1,0                                   | 0,080                    |
| 18                          | МК Ойық                   | 5,4          | 23,0                                  | -                        |
| 19                          | ЛВМК                      | 29,5         | 10,0                                  | 4,532                    |
| 20                          | ПВМК                      | 1,9          | 13,0                                  | -                        |
| 21                          | МЛР                       | 6,0          | 13,0                                  | -                        |
| 22                          | Бахтымбет                 | 11,0         | 3,0                                   | 0,066                    |
| 23                          | Кызылжар                  | 8,0          | 3,0                                   | 0,052                    |
| 24                          | ТЛР – 2                   | 2,5          | 2,0                                   | 0,120                    |
| <b>Аса өзені бойынша</b>    |                           |              |                                       |                          |
| 1                           | МК Султан                 | 1,0          | 10,0                                  | -                        |
| 2                           | Орта арық                 | 13,6         | 5,0                                   | 0,290                    |
| 3                           | Жанатоган                 | 2,3          | 3,0                                   | 0,020                    |
| <b>Көктал өзені бойынша</b> |                           |              |                                       |                          |
| 1                           | МК Кызыл                  | 8,2          | 25,0                                  | -                        |
| 2                           | Маягас                    | 1,8          | 3,0                                   | -                        |
| 3                           | Мечеть                    | 4,0          | 2,0                                   | -                        |
| <b>Тамды өзені бойынша</b>  |                           |              |                                       |                          |
| 1                           | МК Ақтоған                | 5,38         | 6,0                                   | -                        |
| 2                           | Кокыйық                   | 5,0          | 2,5                                   | 0,201                    |

МК- магистралды канал, МХК – шаруашылық аралық канал

Ескерту: Суару жүйелерінің (каналдардың) атаулары техникалық төлқұжатына сәйкес берілді.

Біздің есептеуіміз бойынша, Талас ауданындағы суару арналарының жалпы су өтімі 159,7 м<sup>3</sup>/с құрайды, оның ішінде Талас өзенінің жүйесіне 103,2 м<sup>3</sup>/с немесе 64,7 %, Көкталға – 30 м<sup>3</sup>/с немесе 18,8 %, Асаға – 18 м<sup>3</sup>/с немесе 11,2%, Тамдыға – 8,5 м<sup>3</sup>/с немесе 5,3 % тиесілі. Осы кестенің деректеріне сәйкес, суармалы жерлердің негізгі бөлігі Талас алабында орналасқан – 10 946 гектар, бұл осы арналармен суарылатын барлық жерлердің 95,5 % – ын құрайды.

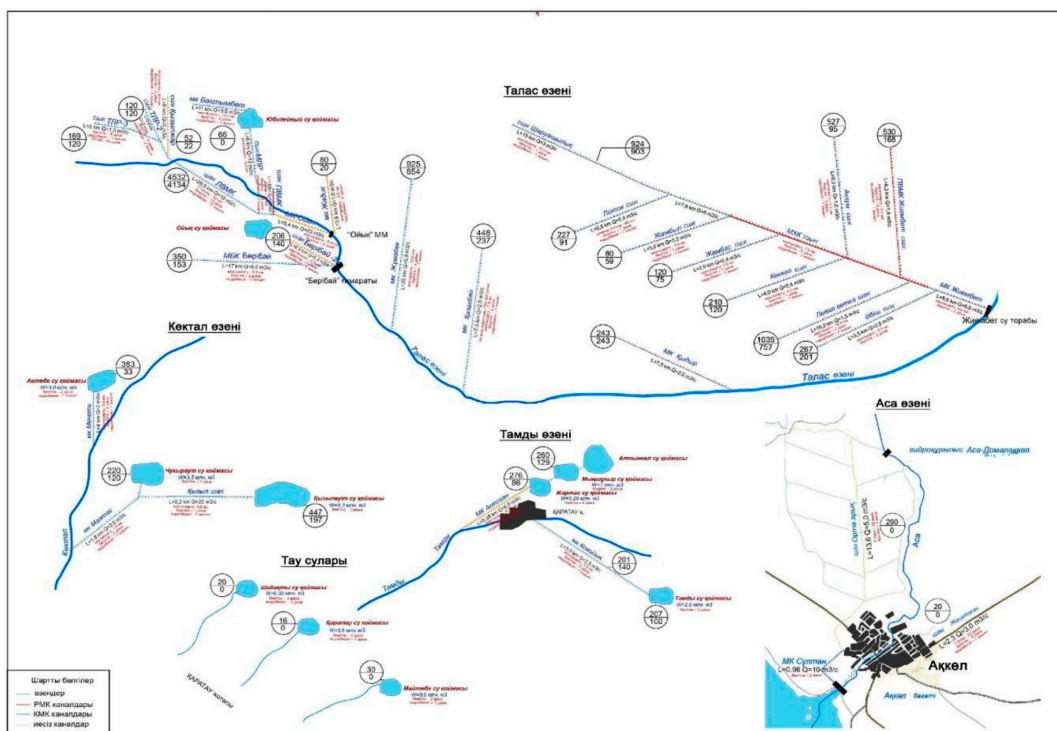
Суармалы алқаптардың едәуір бөлігі ЛВМК – 4 532 га, сондай-ақ, 1039 га Левая ветка, 925 га МХК және 924 га Шаруашылық су жүйелеріне тиесілі (каналдары), бұл жалпы Талас алабындағы суармалы алқаптың шамамен 67,8 %-ын, ал суару желісінің су өтімі бойынша-19,5 м<sup>3</sup>/с құрайды, немесе Талас өзенінің осы учаскесінің суару желілері бойынша барлық су шығынының 18,8 % – ын құрайды.

Ауданныңжерүстісуларыныңгеографиясына салыстырмалы талдау жасасақ, суару желісінің көп бөлігі Талас өзеніне келетінін көрсетеді (2-сурет).

Физикалық-географиялық зерттеулерге сәйкес, Талас өзені алқабындағы жер ресурсы топырақтарының қасиеттері мен жер бедерінің ерек-

шеліктеріне байланысты суару үшін неғұрлым жарамды болыптабылады. Талас Қырғызстанның аумағындағы Қырғыз жотасынан басталады, соның салдарынан Талас ауданының басқа өзендерімен салыстырғанда су ресурстарымен кей кездері мол немесе аз қамтамасыз етілген. 2-суретте Талас өзенінің суару жүйелерінің көп бөлігі, яғни суармалы массивтің көп бөлігі Талас өзенінің оң жағалауында орналасқан. Далалық зерттеулердің нәтижелері көрсеткендей, Талас өзенінің оң жағалауы сол жағалаумен салыстырғанда едәуір тегіс, тарихи кезеңдерде жиі тасқын сулар жайылғанын көрсетеді. Сондықтан да суармалы егіншілікті жүргізу үшін топырақ жағдайлары қолайлы болып табылады.

Көктал және Тамды өзендері атмосфералық жауын-шашын аз түсетін қаратау жотасынан бастау алады, соның салдарынан бұл өзендердің ағынды көлемі мардымсыз. Аса өзені бастауын Қазақстаннан тыс жерден алады, ал біздің республикамыздың аумағында өзен транзитті болып табылады, іс жүзінде айтарлықтай қоректену көздері жоқ. Жоғарыда аталған жағдайларға байланысты, Талас өзенімен салыстырғанда Аса өзенінен тартылған суару жүйелері саны жағынан да, сулылығы жағынан да аз.



2-сурет – Талас ауданы ирригациялық жүйелерінің сұлбасы

Талас ауданында 17 суқоймасы бар, оның 14-і мемлекеттік меншікте, ал 3 жеке меншік иелігінде. Осы 14 суқоймасына мемлекеттік жер иелену актісі жасалып, олар 2015 жылдан бастап аудандық әділет басқармасына тіркелген. Соңғы жылдары аудан көлемінде бірнеше суқоймасында (5 суқойма) жөндеу жұмыстары жүргізіліп, 2016 жылдан бастап барлық су қоймаларына су өлшеуіш құрылғыларын орнату жоспарланған болатын. Бұдан басқа, аудандағы су шаруашылығы мәселелерін шешу бойынша бірқатар іс-шаралар атқарылуда.

Ауданда су пайдаланушыларға ағын су жеткізіп беру қызметімен «Қазсушар» РМК

Жамбыл филиалының Ақкөл өндірістік бөлімшесі айналысады («Қазсушар» РМК Жамбыл филиалының Ақкөл өндірістік бөлімшесінің мәліметтері; Оңтүстік Қазақстан гидрогеологиялық-мелиоративтік экспедициясы, 2018).

Талас ауданы бойынша коллектор жүйесінде ішкі шаруашылық коллекторлар 75,5 км, дренаж желісі 50,9 км, оның ішінде жабық дренаж 50,9 км құрайды. Бүгінгі күні аудандағы егістік жерлердегі жер асты суының деңгейін реттейтін коллекторлық жүйелердің техникалық жағдайы нашар күйде (2-кесте).

**2-кесте** – Талас ауданы бойынша суармалы егістік жерлердегі жер асты суының деңгейін реттейтін коллекторлық жүйелердің техникалық жағдайы

| №       | Ауыл округтері | Коллектор-дренаж жүйелеріне тіркелген алқап, га | Коллектор-дренаж жүйесінің ұзындығы, км | Оның ішінде    |              | Техникалық жай-күйі |
|---------|----------------|---|---|----------------|--------------|---------------------|
|         |                |   |   | ашық коллектор | жабық дренаж |                     |
| 1       | АО Талас       |   | 30,2                                    | 13,6           | 16,6         | нашар               |
| 2       | Ақкөл          | 146   | 34,5                                    | 34,5           |              | нашар               |
| 3       | Кеңес          | 587   | 5,2                                     | 3,3            | 1,9          | нашар               |
| 4       | Ойық           | 2296  | 53,5                                    | 21,1           | 32,4         | нашар               |
| Барлығы |                | 3029  | 123,4                                   | 72,5           | 50,9         |                     |

Қазіргі таңда аудандағы негізгі мәселелердің бірі – су шаруашылығы жүйелерінің жарамсыздығы. Оның басты көрінісі, соңғы жылдары аудандағы суармалы жерлердің 60-70 %-ға жуығы пайдаланылмайды. Оның басты себептері – аудандағы негізгі су шаруашылығы жүйелерінің басым көпшілігі жөндеу жұмыстары дер кезінде жүргізілмегендіктен, техникалық жағдайлары өте нашар жағдайда, кейбірінің апатты жағдайда болуы салдарынан егістік жерлерге су жеткізу мүмкіндігі болмай отыр. Бүгінде аудандағы күрделі жөндеуді қажет ететін нысандарға мыналар жатады:

- Ақкөл ауылдық округіне қарасты «Орта» бетон каналы, «Жаңаотоған» каналы;

- Ойық ауылдық округіне қарасты «ЛВМК» каналы;

- С. Шәкіров ауылдық округіне қарасты «Лоток» каналы;

- Аққұм ауылдық округіне қарасты ПВМК «Жиембет» және «Акқұм» жер каналдары.

Мысалы, инженерлік жүйедегі Ойық суару массивіндегі Ойық ауылдық округі аймағын-

дағы 42,8 км ішкі шаруашылық су жүйелері көміліп қалған, суландыру жүйелерінің 3432 дана лотоктары істен шыққан. Осы жерлердің көбісі сорланып, немесе ұзақ жылдар пайдаланылмағандықтан жыңғыл, шеңгел басып кеткен. Тек осы суару массивінің өзінде 1783 гектар алқап мүлдем пайдаланылмайды. Сондай-ақ, осы суару массивіне жататын Үшарал ауылдық округінде 1646 га, Кеңес ауылдық округінде 473 га суармалы егіс санатына жататын жерлер соңғы 15 – 20 жылда пайдаланылып жатқан жоқ («Қазсушар» РМК Жамбыл филиалының Ақкөл өндірістік бөлімшесінің мәліметтері).

Талас ауданының су шаруашылығы жүйелерінің жай-күйін зерттеу нәтижесі көрсеткендей, аймақтағы каналдардың көпшілігі жер арналы (шегенделмеген). Мұндай каналдарда судың басым бөлігі жерге сіңеді, нәтижесінде су шығыны артады, сонымен қатар, каналдың ішінде қаулап қамыс өсуіне байланысты су өткізгіштік қабілеті де төмендейді. Осындай жағдайлардың нәтижесінде, аудандағы суармалы егістікпен

айналысатын ауыл шарушылығы дақылдарына қажетті су өз деңгейінде жеткізілмейді (Оңтүстік Қазақстан гидрогеологиялық-мелиоративтік экспедициясы, 2018).

Сонымен қатар, аймақтағы тағы бір өзекті мәселелердің бірі – ауданның негізгі су көзі Талас өзенінің төменгі ағысында су мөлшерінің азаюы.

Талас өзені ағындысының Мемлекетаралық су бөлу хаттамасына сәйкес Қазақстан Республикасының (Жамбыл облысының) аумағына сулылығы орташа жылдары 808 млн.м<sup>3</sup>, оның ішінде Талас ауданына 256 млн. м<sup>3</sup> су жіберілуі тиіс (Ибраев, 2002). 1974 жылы Киров су қоймасының пайдалануға берілуі Талас өзенінің төменгі ағысындағы экологиялық жағдайға айтарлықтай әсер етті. Егер су қоймасы салынғанға дейін Талас өзенінің гидрологиялық бекеті тұстамасындағы тұрмыстық ағынды Жиёмбет бөгеті көп сулы (1956, 1969) жылдары 860 млн.м<sup>3</sup>, аз сулы (1957, 1965) жылдары 270 млн. м<sup>3</sup> құраса, құрылыстан кейін суы мол жылдардағы ең жоғары ағынды 400, ал ең төменгісі-250 млн. м<sup>3</sup> мөлшерінде тұрақтанды. Көріп отырғанымыздай, минимал ағынды іс жүзінде өзгерген жоқ, бірақ су мөлшері аз болды, ал суы мол жылдардың максимумдық көрсеткіші екі есеге азайған. Айта кету керек, Шу, Талас және Аса өзендерінің төменгі ағысында ағынды көлемінің жеткіліксіз болуы және оларды шаруашылық қажеттіліктер үшін толық пайдалану салдарынан санитарлық-экологиялық су жіберулер де жиі жүзеге асырылмайды (Ибраев, Сатенбаев, 2002).

Өзендердің төменгі ағысындағы судың азаюы, ең алдымен, оның алаптарындағы көл жүйелерінің жағдайына да әсер етті. Бұл ең алдымен, Аса өзенінің төменгі ағысында орналасқан Ақкөл көлі, Жамбыл облысындағы Билікөл көлінен кейін екінші үлкен көл, ең үлкен ауданы 1969 жылы 56 км<sup>2</sup> болған. 1974-1976 жылдардағы суы аз жылдар өткеннен кейін Ақкөл көлі толығымен құрғап кетіп, 70-ші жылдардың соңына қарай көл жартылай қалпына келген, алайда, 80-ші жылдардың ортасына қарай қайтадан жоғалып кетіп, қазіргі уақытта көлдің акваториясы 1988 жылы құлама бөгеттермен бөліктерге бөлінген. Қазіргі таңда Ақкөл көлінің балық ша-

руашылығы маңызы толығымен жоғалу алдында, көлде 1963-1967 жж жылына орта есеппен 500 тоннаға дейін балық өндірілген (Ибраев, Сатенбаев, 2002).

Зерттеу нәтижелері көрсеткендей, жоғарыдағы аталған мәселелердің салдарынан бүгінгі күні аудандағы суармалы егістік жерлер дұрыс пайдаланылмай келеді. Талас ауданы әкімшілігінің жер қатынастары басқармасы және агро-мелиоративтік тексеру мәліметтері бойынша суармалы жерлерінің ауданы 2021 жылдың 1 қарашасындағы жағдай бойынша 12 685 га құрады, алайда, оның тек 5 391 га (42,5 %) пайдаланылып, 7 294 га (57,5 %) пайдаланылмаған (3-сурет). 3-суреттен көріп отырғанымыздай, аудандағы суармалы жерлердің ауданының азайып бара жатқандығын байқауға болады. 2014 -2018 жылдардың аралығында аудандағы суармалы жерлердің ауданы 13 485 га болса, 2021 жылы 773 га азайып, 12 685 га құрады.

Аудандағы жалпы суармалы егістік жерлері көлемінің қысқаруының негізгі себептері – жоғарыда айтып өткеніміздей, су шаруашылық жүйелерінің тозуы, істен шығуы, сонымен қатар аймақтағы суармалы жерлердегі топырақтардың сортаңдану деңгейінің жоғарылауы және құнарлығының төмендеуі.

2014 жылы ауданда ауыл шаруашылығы дақылдарын өсіруге жалпы суармалы жерлердің 6 143 (45,5 %) гектары пайдаланылса, ал 2015 жылы 5 070 (37,6 %) гектары ғана пайдаланылды. 2014 жылмен салыстырғанда 2015 жылы 1 073 гектарға жуық жер кем пайдаланылған (Жамбыл облысы әкімшілігінің жер қатынастары басқармасы, 2021; Оңтүстік Қазақстан гидрогеологиялық-мелиоративтік экспедициясы, 2018).

2019 жылығы жоспарға сәйкес, ауданда ауыл шаруашылығы салаларының қажеттілігіне 37,4 млн.м<sup>3</sup> су алынуы қажет болған, ал нақты іс жүзінде 19,1 млн.м<sup>3</sup> құраған. Ал, су бөліну нүктесінен берілетін су жоспарға сәйкес 18,5 млн.м<sup>3</sup> болса, нақты 16,1 млн.м<sup>3</sup> құрады (3-кесте). Оның ішінде: 14,3 млн.м<sup>3</sup> су Талас өзені, 1,43 млн.м<sup>3</sup> Тамды өзенінен, Көктал өзенінен 1,51 млн.м<sup>3</sup>, және Аса өзені Билікөл көлінен 1,79 млн. м<sup>3</sup> алынып, сәйкесінше 12,358, 1,1, 1,11 және 1,5 млн.м<sup>3</sup> су берілген.



**3-кесте** – Талас ауданы бойынша суармалы егістік жерлерінің суымен қамтамасыз етілуі

| Жыл-дар | Пайдаланылған суармалы жер көлемі, га | Жыл басынан алынған су көлемі, млн.м <sup>3</sup> |           | Лимит, млн.м <sup>3</sup> | Бөлу нүктесінен берілген су, млн.м <sup>3</sup> |           | Меншікті алынған су, м <sup>3</sup> /га |
|---------|---------------------------------------|---|-----------|---------------------------|---|-----------|---|
|         |                                       | жоспар  | нақты/%   |                           | жоспар  | нақты/%   |   |
| 2018    | 6641                                  | 36,418  | 19,398/53 | 36,418                    | 17,884  | 14,229/80 | 2143                                    |
| 2019    | 6735                                  | 37,39   | 19,036/51 |                           | 18,48   | 16,068/87 | 2386                                    |

Талас ауданы жағдайында тамшылатып суаруды ұтымды пайдалану үшін егіс дақылдарының құрылымын, ауданның егіс алқаптарына келетін суармалы ылғалдың орташа жылдық мөлшерін, сондай-ақ агроклиматтық ресурстардың көрсеткіштерін ескеру қажет. Осы мақаланың 3-кестесінде көрсетілгендей, келіп түсетін суармалы ылғалдың мөлшері қажеттіліктен екі есе дерлік аз, мысалы, 2018 жылы жоспар бойынша берілуі қажет 36,418 млн. м<sup>3</sup> -тың 53%-ын құрайтын тек 19,398 млн м<sup>3</sup> берілсе, 2019 жылы 37,39 млн. м<sup>3</sup>-тың 51%-ын құрайтын тек 19,036 млн м<sup>3</sup> берілді. 2021 жылы Жамбыл облысы әкімінің орынбасары Нұржан Нұржігітовтың (28.11.2021 ж.) ақпаратына сәйкес Талас ауданының аумағына вегетациялық кезеңде 2500 гектар жерді суаруға жеткілікті ылғал жіберілген. Аудан аумағына суармалы судың жоспарланған мөлшерін алу іс жүзінде мүмкін емес деп болжауға болады, сондықтан тамшылатып суаруды енгізу ауданның өсімдік шаруашылығын дамытудың басты шешімдерінің бірі болып табылады. Жоғарыда айтылғандай, бұл бағыттағы тәжірибелер бар.

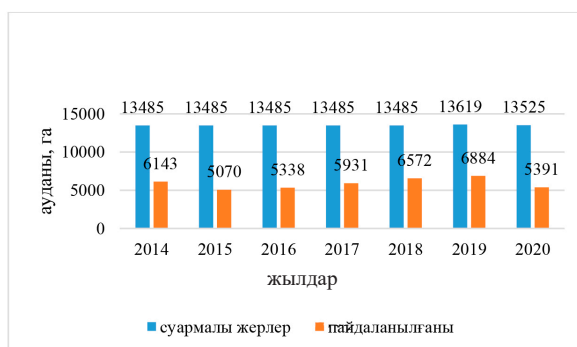
Мал шаруашылығына маманданған Түркістан және Алматы облыстары бойынша (Рау, 2016; Анзельм, 2018) тамшылатып суаруды пайдалану тәжірибесін ескере отырып, аудан аумағында астықтық және сүрлемдік жүгеріні, сондай-ақ жемшөп дақылдарын өсіруді дамыту қажет. Алматы облысының Талғар ауданындағы жүгеріні тамшылатып суару әдісін қолдану тәжірибесі бойынша, суармалы кезеңдегі жүгері дақылының 1 гектарына суармалы судың шығыны 4300 м<sup>3</sup>, өнімділігі 82,4 ц/га құрайды, ал борозды суару кезінде шығын 1 гектарға 5350-ден 9800 м<sup>3</sup>-ге дейін, ал өнімділік 41,2 ц/га құрайды (Рау, 2016; Анзельм, 2018).

Соған сәйкес тамшылатып суаруды ұйымдастыру құны сорғыларды есептемегенде 1000-нан 4480 АҚШ долларына дейін (2018 жылғы деректер) құрайды. Үлкен баға диапазоны жеткізушілермен байланысты, сонымен қатар израильдік және еуропалық жүйелер қымбатырақ болып келеді.

Бұл бағытта фермерлік және шаруа қожалықтары арасында түсіндіру жұмыстарын жүргізіп, «Бекен» шаруа қожалығының, Түркістан, Алматы облыстарындағы жұмыс тәжірибелерін кеңінен тарату қажет.

Облыстық бюджеттің «Ерекше апатты гидромелиоративтік жүйелер мен су шаруашылық құрылымдарын қалпына келтіру» 004 бағдарламасы бойынша қаржы бөлініп, 2014-2015 жылдары аудандағы біршама су шаруашылығы нысандары ағымдағы жөндеуден өткізілген (Қазақстан Республикасы Президентінің Жарлығы. Қазақстанның су ресурстарын басқару мемлекеттік бағдарламасы, 2014). 2014 жылы аудандағы «Жиембет» магистралды каналының 2 су құрылымдары, «Ұзын» каналының Аққұм, Көккөл су құрылымдары және «Ойық», «Жәдік», «Бөлекқызыл» суқоймалары ағымдағы жөндеуден өткізілді. Ал, 2015 жылы осы бағдарлама аясында, облыстың бюджеттен 6,2 млн теңге бөлініп «Шабакты», «Жартас», «Қарашат» суқоймаларында жөндеу жұмыстары жүргізілген.

Жоғарыдағы аталған іс-шаралардың нәтижесінде 2016-2018 жылдар аралығында аудандағы суармалы жерлердің пайдалану деңгейінің 2014-2015 жылдармен салыстырғанда ұлғайғанын байқауға болады (3-сурет). 2015 жылы аудандағы суармалы жерлердің 5070 га пайдаланылса, 2018 жылы бұл көрсеткіш 502 га ұлғайып 6 572 га құраған.

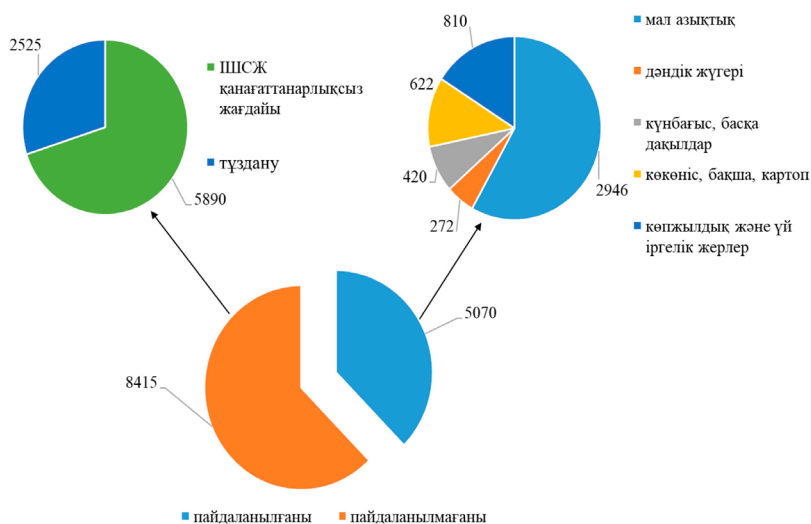


3-сурет – Талас ауданы суармалы жерлерінің 2014-2021 жж. өзгеру динамикасы, га

Алайда, 2014-2015 жылдары мемлекеттік бағдарлама аясында аудандағы барлық су шаруашылығы жүйелерінде жөндеу жұмыстары жүргізілмегендіктен, аудандағы су шаруашылығы жүйелерінің барлығының дерлік тозуы, апатты жағдайда болуы, суармалы алқаптарға су жеткізу қабілетінің нашарлауы, сондай-ақ, аудандағы коллекторлық жүйелердің тозу жағдайында болуы мен жерлерінің сортаңдануы салдарынан соңғы жылдары аудандағы суармалы жерлер

ауданы қысқарып кетті. Осындай жағдайларға байланысты 2014 (13 485 га) жылмен 2021 жылдың көрсеткіштерін салыстырғанда аудандағы жалпы суармалы жерлерінің ауданы 800 га қысқарып, 12 685 га құраған.

Ауданның суармалы егістік жерлерінде негізінен мал азықтық дақылдар, дәнді дақылдардан жүгері, майлы дақылдардан күнбағыс және көкөніс, бақша дақылдары өсіріледі (4-сурет).



4-сурет – Талас ауданы суармалы жерлерінің пайдалану құрылымы, га (2015 ж.)

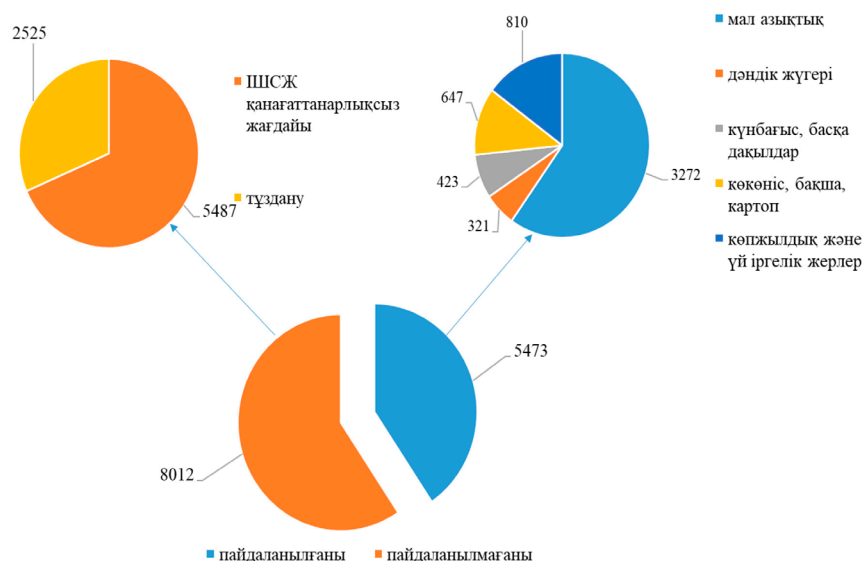
2015 жылы аудандағы суармалы егістік жерлерінің пайдаланылғаны 5 070 га құрап, оның 2 946 га мал азықтық дақылдар өсірілген, бұл жалпы егістік алқабының 58,1%-ын құрайды. Ал, 622 га жерге көкөніс, бақша, картоп дақылдары,

420 га күнбағыс, 272 га дәнді жүгері өсірілсе, 810 га жер көпжылдық екіпелер мен үй іргелік жерлердегі екіпелер болып табылады. Жоғарыда атап өткеніміздей, 2015 жылы аудандағы жалпы суармалы жерлердің 8415 га пайдаланылмаған,

оның 5890 га ішкі шаруашылық су жүйелерінің қанағаттанарлықсыз жағдайда болғандығынан болса, 2525 га аудандағы суармалы жерлердің тұздануы салдарынан болған (Оңтүстік Қазақстан гидрогеологиялық-мелиоративтік экспедициясы, 2018).

2014-2015 жылы облыстық бюджеттен қаржы бөлініп, аудандағы бірқатар су шаруашылығы

нысандарының ағымдағы жөндеуден өткізілуі нәтижесінде 2016 жылы аудандағы суармалы жерлердің ауданы 403 га ұлғайтылып, 5473 га құрады. Оның 3272 га мал азықтық дақылдар, 647 га көкөніс, бақша, картоп, 423 күнбағыс өсірілсе, 321 га дәндік жүгері өсірілген (5-сурет).



5-сурет – Талас ауданының суармалы жерлерінің пайдалану құрылымы, га (2016 ж)

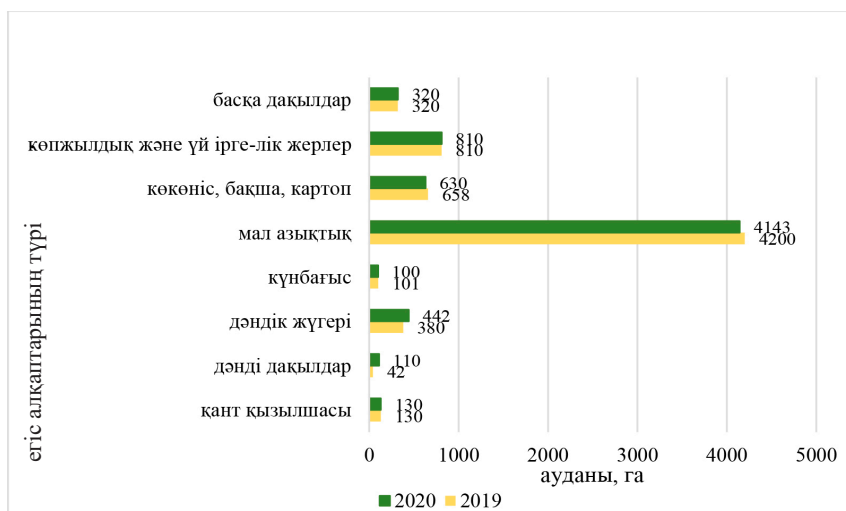
2016 жылғы суармалы егістік жерлерінде өсірілген мал азықтық дақылдарының егістік алқабы 2015 жылмен салыстырғанда 326 га, көкөніс, бақша дақылдарының ауданы 25 га, дәндік жүгері алқаптары 49 га ұлғайған. Сонымен қатар, аудандағы пайдаланылмай қалған жерлердің ауданы 2016 жылы 8012 га құраса, оның 5487 га ішкі шаруашылық су жүйелерінің қанағаттанарлықсыз жағдайда болғандығынан болса, 2525 га аудандағы суармалы жерлердің тұздануы салдарынан болған (Оңтүстік Қазақстан гидрогеологиялық-мелиоративтік экспедициясы, 2018).

2017 жылы аудандағы суармалы жерлердің 5981 га пайдаланылмаса, 2018 жылы бұл көрсеткіш 6572 га құрап, 631 гектарға көбейген.

2020 жылғы Талас ауданы әкімшілігінің жер қатынастары басқармасының мәліметтері бойын-

ша ауданның ауыл шаруашылығы мақсатындағы жерлері 462,351 (жалпы аудан жерінің 39%) мың га құрады, 23,022 мың га (1,89%) егістік жерлері болса, оның ішінде суармалы жерлері 13525 гектарды құрады (Талас ауданы әкімшілігінің жер қатынастары басқармасының мәліметтері, 2021). 2019 жылмен салыстырғанда, 2020 жылы суармалы жерлердің ауданы 95 га қысқарған.

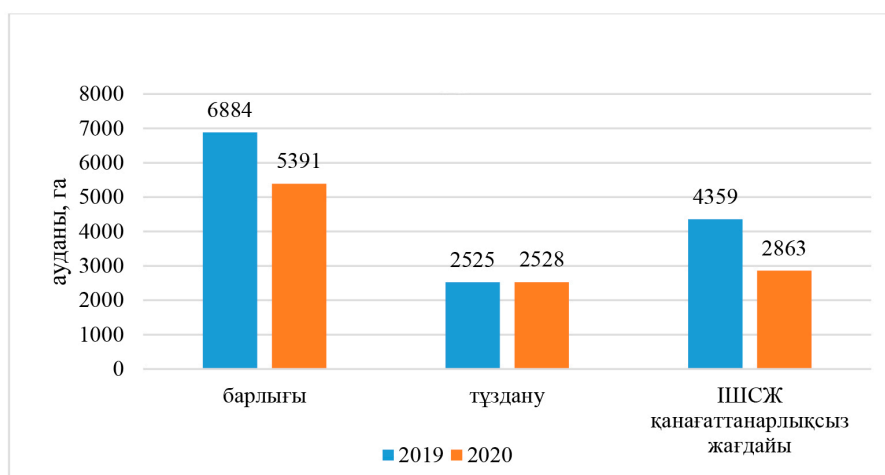
Ауданның суармалы егістігінде мал азықтық дақылдарының алатын орыны ерекше. 2019 жылы аудандағы мал азықтық егістік алқабының ауданы 4200 га құраса, 2020 жылы 4143 га құраған, бұл аудандағы жалпы суармалы жерлердің 63 % құрайды. 2019-2020 жылдардағы басқа екпе дақылдарының ауданы айтарлықтай өзгеріске ұшырамаған (6-сурет).



**6-сурет** – 2019-2020 жылдардағы Талас ауданындағы суармалы жерлердің жалпы көлемі және пайдаланылуы жөнінде салыстырмалы көрсеткіштері, га

Жоғарыда аталып өткен мәселелерге байланысты (аудандағы ішкі шаруашылықаралық суару жүйелерінің нашар жағдайда болуы, жерлердің тұздануы, басқада себептер) 2019 жылы ауданда суармалы жерлердің 6884 га пайдаланылмаған (Оңтүстік Қазақстан гидрогеологиялық-мелиоративтік экспедициясы, 2018). Бұл жалпы суармалы жерлердің 50,5 %

құрайды, яғни соңғы 10 жылдықтағы аудандағы суармалы жерлерді пайдаланудағы ең жоғарғы теріс көрсеткіш осы 2019 жылы байқалған. Оның 2528 га суармалы жерлердің тұздануы салдарынан болса, 4359 га ішкі шаруашылықаралық су жүйелерінің техникалық жағдайының қанағаттанарлықсыз күйде болуымен байланысты (7-сурет).



**7-сурет** – 2019-2020 жж. Талас ауданындағы пайдаланылмаған суармалы жерлер үлесі, га (Оңтүстік Қазақстан гидрогеологиялық-мелиоративтік экспедициясы, 2018; Талас ауданы әкімшілігінің жер қатынастары басқармасының мәліметтері, 2021)

Талас өзені бойындағы Аққұм, Бостандық, С. Шәкіров ауылдық округі аумағындағы Жиембет, Қазақбай және Жұмабек су жүйелері аудандағы ең ескі жүйелердің бірі. Су жүйелеріне 5354 га ауылшаруашылығы мақсатындағы суармалы алқап тіркелген. Қазіргі кезде аталған үш ауылдық округте пайдаланылмай отырғаны 2807 га, оның ішінде 181 га егістік босалқы жер есебінде (ҚР АШМ Су ресурстары комитеті «Оңтүстік Қазақстан гидрогеологиялық-мелиоративтік экспедициясы» РММ, 2019).

Ауданда соңғы жылдары суармалы жерлерде суды тиімді пайдалану мақсатында заманауи агротехнологияларды қолдану шаралары қарқынды дамып келеді. 2018 жылы тамшылатып суару әдісін қолдану арқылы 130 га жерге көкөніс, қант қызылшасы және мал азықтық дақылдар өсірілсе, 2019 жылы 220 га өсірілген. 2019 жылы аудандағы озық технологияларды тәжірибе ретінде қолданған «Бекен» шаруа қожалығы қант қызылшасының гектарынан 250 центнерден өнім алған. Ауданның географиялық орналасу ерекшелігіне, аумақтағы жауын-шашын мөлшерінің өте аз мөлшерде болуы, сондай-ақ шөлді аймақта орналасуына байланысты ауданда тамшылатып суару технологиясына қажеттілігі өте жоғары болып саналады. Тамшылатып суару технологиясы дүние жүзінің көптеген шөлді зоналарда және су ресурстарына тапшы аймақтарында орналасқан елдерінде кеңінен қолданылып келеді. Бұл технология суды үнемдеп пайдаланумен қатар шөлді аймақтардағы суармалы жерлердегі топырақтың тұздану үрдістерінің алдын алып, ауыл шаруашылығы дақылдарынан жоғары өнім алуға мүмкіндік береді (Безбородов, 2016; Калашников, 2022; Kvan, 1997; Анзельм, 2019).

Талас өзені бойындағы Аққұм, Бостандық, С.Шәкіров ауылдық округі аумағындағы Жиембет, Қазақбай және Жұмабек су жүйелері аудандағы ең ескі жүйелердің бірі. Су жүйелеріне 5354 га ауылшаруашылығы мақсатындағы суармалы алқап тіркелген. Қазіргі кезде аталған үш ауылдық округте пайдаланылмай отырғаны 2807 га, оның ішінде 181 га егістік босалқы жер есебінде.

ҚР АШМ Су ресурстары комитеті «Оңтүстік Қазақстан гидрогеологиялық-мелиоративтік экспедициясы» РММ 2015-2019 жж. ауданда жүргізген зерттеулері бойынша өңірдегі суармалы жерлердің 2525 га тұздануға ұшыраған. Яғни, суармалы егістік жерлер еліміздегі барлық өсімдік шаруашылығы өнімдерінің 40% астам

өнімін (Қазақстан Республикасы Стратегиялық жоспарлау және реформалар агенттігі Ұлттық статистика бюросы, 2021) беретінін ескерсек, су ресурстарын тиімді әрі ұтымды пайдалану бүгінгі таңда өзекті мәселелер қатарында қала бермек.

### Қорытынды

Қорыта келе, Талас ауданның суармалы жерлерінде өте ыңғайлы етіп орналастырылған су және кәріз жүйесі бар, алайда көп жылдар жөндеу жұмыстары жүргізілмегендіктен олардың басым бөлігі тозып, істен шыққан. Күрделі және ағымдағы тегістеу жұмысы көп жылдардан бері орындалмағандықтан, жерді суаруда және дақылдардың өсіп жетілуінде кемшіліктер орын алуда, ауданда сор шаю жұмыстары орындалмайды.

Соңғы жылдары аудандағы суармалы жерлерінің 50-60% пайдаланылмай келеді, сонымен қатар суармалы егістік жерлерінде ауыспалы егіс тәртібі сақталмайды.

Суармалы жерлердің басым бөлігі – 4453 га ШСЖ қанағаттанарлықсыз жағдайынан, 2525 га тұздану процессіне ұшырау себебінен пайдаланылмайды. Сонымен қатар егістік алқаптардың мелиоративтік жай-күйінің төмендігі, ұсақ шаруашылықтардың нарықтық жағдайларға төселе алмауы, су шаруашылық жүйелерінің иесіздікке ұшырауы су жүйелерін игеруге кедергі келтіруде.

Осындай мәселелерді шешу үшін аудандағы суармалы жерлерде келесі гидротехникалық және агротехникалық іс-шараларды жүргізу қажет:

- Жоспарлы, әрі сапалы өнімге егіске кешенді агротехникалық және мелиоративтік шараларды қолдану арқылы қол жеткізуге болады. Сондай шараларға ауыспалы егіс, ондағы дақылдардың құрамы және ротациясының дұрыс сақталуы, топырақты өңдеу жүйесі, өсімдікке қажетті факторлардың өз мөлшерінде және уақытылы берілуі үшін дер кезінде егілуі, сонымен бірге өсімдіктерді зиянкестерден биологиялық әдіспен қорғау арқылы улы препараттарды қолданбау оған кеткен шығынды азайтады, экологиялық жағдайды жақсартады, өнім сапалы болады. Гидрогеологиялық бақылаулар арқылы сол аймақ экологиясына келеңсіз әсерлердің алдын алып, дер кезінде мелиоративтік шаралар қолдану маңызды.

- Егістік жерлердің тиімділігін арттыру үшін, кешенді іс-шаралар дер кезінде атқарылуы

тиіс. Екіншілік мәдениетінің негізі болып есептелетін ауыспалы егіс жүйесін қатаң сақтау, ауыл шаруашылық дақылдарының құрылымын және оларды орналастыруды дұрыс жолға қою, дақылдардың ең өнімді сорттарын ендіру, барлық агротехникалық жұмыстарды сапалы және өз уақытында атқарып отыру керек.

– Суармалы жерлерден мол өнім алу үшін, оларды тұзданудан, батпақтанудан сақтау үшін жоғарыда айтылған іс-шаралармен қоса су жүйелері мен кәріздік жүйелер (тік дренаж, көлденең су қашыртқылар) толығымен жұмыс істеп

тұруы керек. Бұл шаралар аймақтың экожүйесіне де оң әсерін тигізеді.

– Дақылдардың суғару тәртібін сақтау, тұз шаю технологиясын пайдалану, мелиоративтік жұмыстарды уақытылы жүргізу, ауыл шаруашылығы дақылдарының жер бетімен суғарылатын алқаптарында тегістеу жұмыстарын жүргізу мол өнім алудың кепілі.

– Иновациялық технологияны ендіру фермерлердің жоғары өнім алуына, тұрақты пайда табуға, тұздану пайызының төмендеуіне, яғни ауылдың әлеуметтік-экономикалық және экологиялық әлеуетін жақсартуға мүмкіндік береді.

### Әдебиеттер

Abbaspour M. 3D Model for Evaluation of Pollutant Concentration Distributions from Land-Based [Report]. – [s.l.] : Journal of Environmental Informatics 14 (1);, 2009. – pp. 51–65.

Abdullaev Iskandar Charlotte De Fraiture, Mark Giordano, Murat Yakubov, Aziz Rasulov Agricultural Water Use and Trade in Uzbekistan: Situation and Potential Impacts of Market Liberalization [Report]. – [s.l.] : International Journal of Water Resources Development 25 (1);, 2009. – pp. 47–63.

Awan Usman Khalid, Mirzakhayot Ibrakhimov, Bogachan Benli, John P. A. Lamers, Umar Waqas Liaqat A New Concept of Irrigation Response Units for Effective Management of Surface and Groundwater Resources: A Case Study from the Multi-Country Fergana Valley, Central Asia [Report]. – [s.l.] : Irrigation Science 35 (1);, 2016. – pp. 55–68.

Billionnet A. Estimation of Spatial Influence Models Using Mixed-Integer Programming [Report]. – [s.l.] : Journal of Environmental Informatics 14 (1);, 2009. – pp. 31–40.

FAO Making agri-food systems more resilient to shocks and stresses [Report]. – Rome : The State of Food and Agriculture, 2021.

FAO The future of food and agriculture – Trends and challenges [Report]. – Rome : [s.n.], 2017.

FAO The future of food and agriculture – Trends and challenges [Report]. – Rome : [s.n.], 2017.

FAO Water for Sustainable Food and Agriculture—A Report Produced for the [Report]. – [s.l.] : Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2017.

Grigoriy Rau Scientific Proceedings I International Scientific Conference “Conserving Soils and Water”. Irrigation water efficiency on irrigation systems of Kazakhstan [Report]. – [s.l.] : Burgas: Scientific Technical Union of Mechanical Engineering, 2016. – pp. 113–115.

Li Y. P., G. H. Huang Planning Agricultural Water Resources System Associated with Fuzzy and Random Features I [Report]. – [s.l.] : JAWRA Journal of the American Water Resources Association 47 (4);, 2011. – pp. 841–60.

Paudyal Guna N., Henry B. Manguerra Two-Step Dynamic Programming Approach for Optimal Irrigation Water Allocation [Report]. – [s.l.] : Water Resources Management 4 (3), 1990. – pp. 187–204.

R.A. Kvan The main concepts and peculiarities of methods used in Kazakhstan to calculate crop water use, irrigation regime and irrigation scheduling Proceedings of the workshop and training «The application of climatic data for effective planning and management of [Report]. – Tashkent : FAO/WMO/UNEP/SIC ICWC, 1997 .

Richard Connor The United Nations world water development report 2015: water for a sustainable world [Report]. – Paris : UNESCO, 2015.

Sandra Postel Growing More Food with Less Water [Report]. – [s.l.] : Scientific American 284, no. 2, 2001. – pp. 46–51.

Water for a Sustainable World [Report] = Unesco, World, and Un-Water.. – Paris : United Nations Educational, Scientific And Cultural Organizatio, 2015.

Watkins David W. Daene C. McKinney Decomposition Methods for Water Resources Optimization Models with Fixed Costs [Report]. – [s.l.] : Advances in Water Resources 21 (4);, 1998. – pp. 283–95.

Анзельм К.А. Эсанбеков М.Ю. Практика применения водосберегающих систем орошения в Казахстане // Водное хозяйство Казахстана : ОЮЛ “Ассоциация водного хозяйства”, 2019 г.. – 83: Т. 2.

Безбородов Ю. Г., Козыкеева А. Т., Кирейчева Л. В., Жатқанбаева А. О. Режим орошения сельскохозяйственных культур при капельном орошения в условиях Жамбылской области Республики Казахстан // Материалы международной конференции / “Мелиорация и водное хозяйство: проблемы и пути решения”. – 2016. – Том 1. – С. 151–158.

Берталанфи Л. Общая теория систем: критический обзор. – 1969. – С. 23-82.

Жамбыл облысы әкімшілігінің жер қатынастары басқармасы [Электрондық ресурс]. – Қол жеткізу режимі: <https://www.gov.kz/>.

Ибраев Т.Т., Сатенбаев Е.Н. Влияние стока на состояние экосистем низовий трансграничных рек Шу-Таласского бассейна, ДГП «НИИ водного хозяйства». – Тараз, 2002. – 34 с.

Анзельм К.А., «Вода для мелиорации, водоснабжения отраслей экономики и природной среды в условиях изменения

- климата.» Опыт применения водосберегающих технологий орошения в Южном Казахстане. – Ташкент, 2018. – С. 35.
- Калашников А.А., Кван Р.А., Парамонов А.И., Мамучев Р.А. «Казахский научно-исследовательский институт водного хозяйства, г. Тараз, Республика Казахстан.» б.д. <http://www.rusnauka.com> (жүгіну күні: 09 02 2022 г.).
- «Қазсушар» РМК Жамбыл филиалының Ақкөл өндірістік бөлімшесінің мәліметтері, 2021 ж.
- Қазақстан Республикасы Президентінің Жарлығы. Қазақстан Республикасының агроөнеркәсіптік кешенін дамытудың 2017-2021 жылдарға арналған мемлекеттік бағдарламасын бекіту және оған өзгерістер мен толықтырулар енгізу туралы. Мемлекеттік бағдарламалар тізбесін бекіту туралы: бект. 14 ақпан 2017 жыл, № 420.
- Қазақстан Республикасы Президентінің Жарлығы. Қазақстанның су ресурстарын басқару мемлекеттік бағдарламасы: бект. 6 сәуір 2014 жыл, № 786.
- Қазақстан Республикасы Стратегиялық жоспарлау және реформалар агенттігі Ұлттық статистика бюросы [Электрондық ресурс]. – Қол жеткізу режимі: <https://stat.gov.kz/>
- Қазақстан республикасының ұлттық атласы. 1 том: Табиғи жағдайлары мен ресурстары / Ред. А.Н. Исакова, А.Р. Медеу. Алматы, 2006.
- ҚР АШМ Су ресурстары комитеті «Оңтүстік Қазақстан гидрогеологиялық-мелиоративтік экспедициясы» РММ 2015-2019 жж жиынтық есебі. – Шымкент. 2018. Б 16-20.
- Наппельбаум Э. Л. Системный анализ как программа научных исследований — структура и ключевые понятия. // В книге: Системные исследования. Методологические проблемы. Ежегодник, 1979. — М., 1980. – С. 55-77.
- Никаноров С. П. Системный анализ и системный подход. // В книге: Системные исследования. Ежегодник, 1971. — М., 1972. – С. 55-71.
- Олжабаева А.О. Повышение эффективности использования водных ресурсов на рисовых системах в низовьях реки Сырдарыи: дисс. на соискание степени доктора философии (PhD) / Казахский национальный аграрный университет. – Алматы, 2018 г. – 118 с.
- Талас ауданы әкімшілігінің жер қатынастары басқармасының мәліметтері [Электрондық ресурс]. – Қол жеткізу режимі: <https://www.gov.kz/memleket/entities/zhambyl-talas/documents/details/135986?lang=kk>

## References

- Abbaspour M. 3D Model for Evaluation of Pollutant Concentration Distributions from Land-Based [Report]. – [s.l.] : Journal of Environmental Informatics 14 (1);, 2009. – pp. 51–65.
- Abdullaev Iskandar Charlotte De Fraiture, Mark Giordano, Murat Yakubov, Aziz Rasulov Agricultural Water Use and Trade in Uzbekistan: Situation and Potential Impacts of Market Liberalization [Report]. – [s.l.] : International Journal of Water Resources Development 25 (1);, 2009. – pp. 47–63.
- Awan Usman Khalid, Mirzakhayot Ibrakhimov, Bogachan Benli, John P. A. Lamers, Umar Waqas Liaqat A New Concept of Irrigation Response Units for Effective Management of Surface and Groundwater Resources: A Case Study from the Multi-Country Fergana Valley, Central Asia [Report]. – [s.l.] : Irrigation Science 35 (1);, 2016. – pp. 55–68.
- Billionnet A. Estimation of Spatial Influence Models Using Mixed-Integer Programming [Report]. – [s.l.] : Journal of Environmental Informatics 14 (1);, 2009. – pp. 31–40.
- FAO Making agri-food systems more resilient to shocks and stresses [Report]. – Rome : The State of Food and Agriculture, 2021.
- FAO The future of food and agriculture – Trends and challenges [Report]. – Rome : [s.n.], 2017.
- FAO The future of food and agriculture – Trends and challenges [Report]. – Rome : [s.n.], 2017.
- FAO Water for Sustainable Food and Agriculture—A Report Produced for the [Report]. – [s.l.] : Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2017.
- Grigoriy Rau Scientific Proceedings I International Scientific Conference “Conserving Soils and Water”. Irrigation water efficiency on irrigation systems of Kazakhstan [Report]. – [s.l.] : Burgas: Scientific Technical Union of Mechanical Engineering, 2016. – pp. 113-115.
- Li Y. P., G. H. Huang Planning Agricultural Water Resources System Associated with Fuzzy and Random Features1 [Report]. – [s.l.] : JAWRA Journal of the American Water Resources Association 47 (4);, 2011. – pp. 841–60.
- Paudyal Guna N., Henry B. Manguerra Two-Step Dynamic Programming Approach for Optimal Irrigation Water Allocation [Report]. – [s.l.] : Water Resources Management 4 (3), 1990. – pp. 187–204.
- R.A. Kvan The main concepts and peculiarities of methods used in Kazakhstan to calculate crop water use, irrigation regime and irrigation scheduling Proceedings of the workshop and training «The application of climatic data for effective planning and management of [Report]. – Tashkent : FAO/WMO/UNEP/SIC ICWC, 1997 .
- Richard Connor The United Nations world water development report 2015: water for a sustainable world [Report]. – Paris : UNESCO, 2015.
- Sandra Postel Growing More Food with Less Water [Report]. – [s.l.] : Scientific American 284, no. 2, 2001. – pp. 46–51.
- Water for a Sustainable World [Report] = Unesco, World, and Un-Water.. – Paris : United Nations Educational, Scientific And Cultural Organization, 2015.
- Watkins David W. Daene C. McKinney Decomposition Methods for Water Resources Optimization Models with Fixed Costs [Report]. – [s.l.] : Advances in Water Resources 21 (4);, 1998. – pp. 283–95.
- Anzel'm K.A. Jesanbekov M.Ju. Praktika primenenija vodosberegajushhih sistem oroshenija v Kazahstane [The practice of using water-saving irrigation systems in Kazakhstan] // Vodnoe hozjajstvo Kazahstana : OJuL “Associacija vodnogo hozjajstva”, 2019 g.. – 83: Т. 2.
- Bezborodov Ju. G., Kozykееva A. T., Kirejcheva L. V., Zhatkanbaeva A. O. Rezhim oroshenija sel'skohozjajstvennyh kul'tur pri kapel'nom oroshenija v uslovijah Zhambylskoj oblasti Respubliki Kazahstan [Irrigation regime of agricultural crops with drip

irrigation in the conditions of Zhambyl region of the Republic of Kazakhstan]// Materialy mezhdunarodnoj konferencii / Melioracija i vodnoe hozjajstvo: problemy i puti reshenija. – 2016. – Tom 1. – S. 151–158.

Bertalanfi L. Obslhaja teorija sistem: kriticheskiy obzor [General theory of systems: a critical review]. – 1969. s 23-82

Zhambyl oblysy әкімшілігінің зһер қатынастары басқармасы [Jelekrondyқ resurs] [Department of land relations of Zhambyl region administration [electronic resource]]. – Қол зһеткізу rezһimi: <https://www.gov.kz/>.

Ibraev T.T., Satenbaev E.N. Vlijanie stoka na sostojanie jekosistem nizovij transgranichnyh rek Shu-Talasskogo bassejna [The effect of runoff on the state of ecosystems of the lower reaches of transboundary rivers of the Shu-Talas basin], DGP «NII vodnogo hozjajstva». – Taraz. 2002. – 34 s.

K.A., Anzel'm. «Voda dlja melioracii, vodosnabzhenija otraslej jekonomiki i prirodnoj sredy v uslovijah izmenenija klimata.» Opyt primenenija vodosberegajushhih tehnologij oroshenija v Juzhnom Kazahstane [“Water for land reclamation, water supply of economic sectors and the natural environment in the conditions of climate change.” Experience in the application of water-saving irrigation technologies in Southern Kazakhstan]. Tashkent, 2018. 35.

Kalashnikov A.A., Kvan R.A., Paramonov A.I., Mamuchev R.A. «Kazahskij nauchno-issledovatel'skij institut vodnogo hozjajstva, g. Taraz, Respublika Kazahstan.» [“Kazakh Scientific Research Institute of Water Management, Taraz, Republic of Kazakhstan.”] b.d. <http://www.rusnauka.com> (zһyginu күni: 09 02 2022 g.).

«Қазvushar» RMK Zhambyl filialynuң Aққөл өндірістік бөлімshesiniң мәліметтері, 2021 zh. [Data of the Akkol production unit of the Zhambyl branch of RSE “kazvushar”, 2021.]

Қазақстан Respublikasy Prezidentiniң Zһarlyғу. Қазақстан Respublikasynuң agroөнеркәсіptik keshenin damytudyn 2017-2021 zһyldarra арналған мемлекеттік бардарламасын bekitu zһөне оған өзгерістер мен tolyқтырулар engizu туралы. Memlekettik бардарламалар тіzbesin bekitu туралы: bekt. 14 ақпан 2017 zһыл, № 420. [Decree Of The President Of The Republic Of Kazakhstan. On approval and introduction of amendments and additions to the state program for the development of the agro-industrial complex of the Republic of Kazakhstan for 2017-2021. On approval of the list of state programs: post. February 14, 2017, No. 420]

Қазақстан Respublikasy Prezidentiniң Zһarlyғу. Қазақстаннyn су resurstaryн басқару мемлекеттік бардарламасы: bekt. 6 сәuir 2014 zһыл, № 786. [Decree Of The President Of The Republic Of Kazakhstan. State program of Water Resources Management of Kazakhstan: Beck. April 6, 2014, No. 786.]

Қазақстан Respublikasy Strategijalyқ zһosparlau zһөне reformalar agenttigi Ylтық statistika bjurosy [Jelekrondyқ resurs]. – Қол зһetкізу rezһimi: <https://stat.gov.kz/> [ National Bureau of statistics of the agency for Strategic Planning and reform of the Republic of Kazakhstan [electronic resource]. – Access mode: <https://stat.gov.kz/>]

Қазақстан respublikasynuң ұlтық atlasy. 1 tom: Tabiri zһardajlary мен resurstary / Red. A.N. Iskakova, A.R. Medeu. Almaty, 2006. [National Atlas of the Republic of Kazakhstan. Volume 1: natural conditions and resources / Ed. “I Don't Know,” He Said. Almaty, 2006.]

KR ASһM Su resurstary komiteti «Oңtүstik Қазақстан gidrogeologijalyқ-meliorativtik jekspedicijasy» RMM 2015-2019 zһzh zһiyntyқ esebi.[ Summary report of the RSU “South Kazakhstan hydrogeological and reclamation expedition” of the Water Resources Committee of the Ministry of Agriculture of the Republic of Kazakhstan for 2015-2019.] – Shymkent. 2018. B 16-20.

Nappel'baum Je. L. Sistemnyj analiz kak programma nauchnyh issledovaniј — struktura i kljuhevye ponjatija. — V knige: Sistemnye issledovaniја. Metodologicheskie problemy. Ezһegodnik, [System analysis as a research program — structure and key concepts. — In the book: System Studies. Methodological problems. Yearbook] 1979. — M., 1980. s 55-77

Nikanorov S. P. Sistemnyj analiz i sistemnyj podhod. — V knige: Sistemnye issledovaniја. Ezһegodnik, [System analysis and system approach. — In the book: System Studies. Yearbook] 1971. — M., 1972. s 55-71

Olzһabaeva A.O. Povyshenie jeffektivnosti ispol'zovaniја vodnyh resursov na risovyh sistemah v nizov'jah reki Syrdar'i: diss. na soiskanie stepeni doktora filosofii (PhD) / Kazahskij nacional'nyј agrarnyj universitet. [Improving the efficiency of water resources use in rice systems in the lower reaches of the Syrdarya River: diss. for the degree of Doctor of Philosophy (PhD) / Kazakh National Agrarian University] – Almaty, 2018 g. – 118 s.

Talas audany әкімшілігінің зһер қатынастары басқармасынyn мәліметтері [Jelekrondyқ resurs]. – Қол зһetкізу rezһimi [Data of the land Relations Department of the Talas district administration [electronic resource]. – Access mode]: <https://www.gov.kz/memleket/entities/zhambyl-talas/documents/details/135986?lang=kk>



2-бөлім  
**КАРТОГРАФИЯ ЖӘНЕ  
ГЕОИНФОРМАТИКА**

---

Section 2  
**CARTOGRAPHY AND  
GEOINFORMATICS**

---

Раздел 2  
**КАРТОГРАФИЯ  
И ГЕОИНФОРМАТИКА**

**А.А. Мерекеев\***, **С.М. Нурақынов**, **Н.К. Сыдык**,  
**Д.В. Чепашев**, **К.Б. Зулпыхаров**

ДТОО «Институт ионосферы», Казахстан, г. Алматы

\* e-mail: merekeev.aibek@gmail.com

## **ОЦЕНКА ПРИРОДНОЙ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ НА ТЕРРИТОРИИ КАЗАХСТАНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДАННЫХ ДЗЗ**

Казахстан занимает 9-ое место по площади территории в мире, однако большая часть территории находится в аридной зоне, что вызывает высокую подверженность риску возникновения пожаров. По данным МЧС, более 14 тысяч пожаров ежегодно поражают лесные, степные и сельские территории, что составляет практически 78% от всех пожаров по стране.

Данная работа направлена на оценку территории Казахстана по степени пожарной опасности с использованием методов и средств дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), что является актуальным на сегодняшний день.

Целью данной работы является создать карту прогноза пожароопасности, позволяющей определить степень пожароопасности территорий основанной на данных спутников дистанционного зондирования. Рассмотрены работы зарубежных исследователей, непосредственно имеющих опыт в исследованиях и оценке степени пожарной опасности, на основе использования спутниковой информации. Для определения вероятности риска возникновения пожаров, нами изучены природные условия и их влияние на возможное распространение пожара, и оценены 11 видов исходных данных на территории Карагандинской области. Исходя из опыта авторов, исходные данные скомпонованы на следующие группы: топливо, топографию, климат, и статистические данные по пожарам.

Экономическая эффективность, и значимость результатов данной работы, может служить для снижения социально-экономических потерь. Подобным образом, можно значительно ускорить оповещение местных пожарных служб, предварительно оценить возможную угрозу различных очагов пожаров и сократить время на их ликвидацию.

**Ключевые слова:** Дистанционное зондирование Земли, ГИС, космический мониторинг, карта пожароопасности.

A.A. Merekeyev\*, S.M. Nurakynov, N.K. Sydyk,  
D.V. Chepashev, K.B. Zulpykharov

«Institute of Ionosphere» SLLP, Kazakhstan, Almaty

\* e-mail: merekeev.aibek@gmail.com

### **Assessment of wildfire hazard on the territory of Kazakhstan using remote sensing data**

Kazakhstan ranks 9th in terms of land area in the world, however, most of the territory is in the arid zone, which causes a high exposure to the wildfire risk. According to the Ministry of Emergency Situations, more than 14 thousand fires annually affect forest, steppe and rural areas, which is almost 78% of all fires in the country.

This work is aimed at assessing the territory of Kazakhstan in terms of the degree of fire danger using methods and means of remote sensing, which is relevant today.

The purpose of this work is to create a fire hazard forecast map that allows you to determine the degree of fire hazard of territories based on remote sensing satellite data. The works of foreign researchers who have direct experience in research and assessment of the degree of fire danger, based on the use of satellite information, are considered. To determine the likelihood of a fire risk, we studied the natural conditions and their impact on the possible spread of a fire, and evaluated 11 types of initial data in the Karaganda region. Based on the experience of the authors, the input data are arranged into the following groups: fuel, topography, climate, and fire statistics.

Economic efficiency, and the significance of the results of this work, can serve to reduce socio-economic losses. Similarly, it is possible to significantly speed up the notification of local fire services, pre-evaluate the possible threat of various fires and reduce the time to eliminate them.

**Key words:** remote sensing, GIS, space monitoring, fire hazard map.

А.А. Мерекеев\*, С.М. Нуракинов, Н.К. Сыдык, Д.В. Чепашев, К.Б. Зулпыхаров  
«Ионосфера институты» ЕЖШС, Қазақстан, Алматы қ.  
\* e-mail: merekeev.aibek@gmail.com

### ЖҚЗ деректерін пайдалана отырып, Қазақстан аумағындағы табиғи өрт қауіптілігін бағалау

Қазақстан жер көлемі бойынша дүние жүзінде 9-шы орынды иеленеді, алайда аумақтың көп бөлігі аридтік аймақта орналасқан, бұл дегеніміз өрттердің туындау қаупінің жоғары деңгейін тудырады. ТЖМ мәліметтері бойынша, жыл сайын 14 мыңнан астам өрт орман, дала және елді мекендерді зақымдайды, бұл елдегі барлық өрттің 78% – ын құрайды.

Бұл жұмыс бүгінгі күні өзекті болып табылатын Жерді қашықтықтан зондтау (ЖҚЗ) әдістері мен құралдарын пайдалана отырып, Қазақстан аумағын өрт қауіптілігі дәрежесі бойынша бағалауға бағытталған.

Бұл жұмыстың мақсаты аумақтардың өрт қауіптілігінің дәрежесін анықтауға мүмкіндік беретін қашықтықтан зондтау спутниктерінің деректеріне негізделген өрт қауіптілігін болжау картасын жасау болып табылады. Спутниктік ақпаратты пайдалану негізінде өрт қауіптілігі дәрежесін зерттеу және бағалауда тікелей тәжірибесі бар шетелдік зерттеушілердің жұмыстары қаралды.

Өрттердің туындау қаупін анықтау үшін біз табиғи жағдайларды және олардың өрттің ықтимал таралуына әсерін зерттедік және Қарағанды облысының аумағында өрттің шығуына бейім бастапқы деректердің 11 түрін бағаладық. Авторлардың тәжірибесіне сүйене отырып, бастапқы деректер келесі топтарға жинақталған: отын, топография, климат және өрт статистикасы.

Осы жұмыстың нәтижелерінің маңыздылығы мен экономикалық тиімділігі әлеуметтік-экономикалық шығындарды азайтуға қызмет етуі мүмкін. Осылайша, жергілікті өрт сөндіру қызметтерінің ескертуін едәуір жеделдетуге, әртүрлі өрт ошақтарының ықтимал қатерін алдын ала бағалауға және оларды жою уақытын қысқартуға болады.

Экономикалық тиімділік және осы жұмыс нәтижелерінің маңыздылығы әлеуметтік-экономикалық шығындарды азайтуға қызмет етуі мүмкін. Осылайша, жергілікті өрт сөндіру қызметтерінің ескертуін едәуір жеделдетуге, әртүрлі өрт ошақтарында өрттің болу ықтималдылық қатерінің алдын ала бағалауға және оларды жою уақытын қысқартуға болады.

**Түйін сөздер:** Жерді қашықтықтан зондтау, ГАЖ, ғарыштық мониторинг, өрт қауіптілігінің картасы.

## Введение

Казахстан входит в десятку крупнейших государств мира по площади территории, (9-е место), и находясь в аридной зоне, практически вся территория республики подвержена риску возникновения пожаров. Ежегодно в Казахстане, по данным МЧС, происходит около 18 тысяч пожаров, из них более 14 тысяч (или 78%) приходится на сельскую местность (с учетом лесных и степных пожаров). Напряженные «сухие» годы, например, в 2018 году, на территории только лесного фонда произошло 613 пожаров на площади 5313 гектаров. Ущерб от лесных пожаров по республике тогда составил 531 миллион 600 тысяч тенге.

Для тестирования разработанной методики была выбрана территория Карагандинской области. Регион обладает природно-ресурсным потенциалом, способным обеспечивать жителей области многими видами сельскохозяйственного производства (продукцией растениеводства и животноводства). Но при этом есть серьезные

опасения в виде частых лесных и степных пожаров. Ситуация с пожарами будет усугублять жизнь местным населением и природе которое связано, в первую очередь, с аномальным изменением климата и увеличением площадей регулярного орошения и пастбищ. Также, данный регион отличается сухим и ветреным климатом что вызывает большую вероятность возникновения пожаров. Приведенные факторы указывают на необходимость проведения исследований по оценке степени пожарной опасности используя данные ДЗЗ и ГИС технологии для выработки рекомендации, предотвращения катастроф и смягчения их последствий.

Международный опыт показывает, что методы космического исследования являются наиболее эффективным способом обнаружения и предупреждения большинства природных и техногенных пожаров. Современные системы ДЗЗ дают возможность получать обзорную и детальную информацию о природных пожарах различного масштаба. В Казахстане с его большой территорией использование методов кос-

мического мониторинга пожаров является особенно актуальным, так как контролировать пожары, разбросанные на гигантской площади (более 2,7 миллионов квадратных километров), традиционными наземными методами сложно, дорого и трудозатратно.

Новизна данной работы заключается в том, что впервые для Карагандинской области создана карта прогноза пожароопасности с использованием новейших технологий дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) и ГИС для отслеживания состояния потенциально опасных участков и контролировать динамику их развития с целью выработки рекомендаций по их предотвращению.

### Материалы и методы

С развитием технологий в области ДЗЗ и ГИС, наше понимание факторов, влияющих на степень опасности пожара, несомненно, изменилось, но относительная важность этих факторов остается неясной. Например, топография явно является влиятельным фактором, как и количество и состав живой растительности, и мертво-

го топлива (это топливо дикой природы, то есть, засохшее растение, содержание влаги в котором регулируется исключительно изменением погодных условий). В работах следующих авторов (Parks, 2014: 1827; Van, 2015: 62), утверждается что устойчивый климат является важным фактором, определяющим интенсивность пожаров. Однако, (Miller, 1999: 113; Pausas, 2007: 330; Krawchuk, 2009: e5102) предполагают, что климат, вероятно, имеет косвенное влияние на продуктивность и доминирующий тип растительности. Кроме того, меры по управлению растительностью и наличие архивных и статистических данных о предыдущих пожарах, также влияют на степень восприимчивости к пожару.

Для определения степени важности каждого из факторов и построения карты пожароопасных территории, нами было использовано 11 видов данных в модели (Parks, 2018: 044037) для территорий Карагандинской области, которые можно разделить на четыре группы, представляющие топливо, топографию, климат и статистические данные по пожарам (таблица 1).

Таблица 1 – Исходные данные, используемые при районировании пожароопасных территории

| Группа     | Имя переменной | Описание  |
|------------|----------------|---|
| Топливо    | NDVI           | Нормализованный разностный вегетационный индекс (Normalized differenced vegetation index). Рассчитано с использованием предпусковых снимков |
|            | NDMI           | Нормализованный разностный показатель влажности (Normalized differenced moisture index). Рассчитано с использованием предпусковых снимков   |
|            | EVI            | Повышенный вегетационный индекс (Enhanced vegetation index). Рассчитано с использованием предпусковых снимков                               |
| Топография | DISS           | Индекс рассечения с радиусом 450 метров. DISS – это мера топографической сложности  |
|            | DEM            | Цифровая модель рельефа   |
|            | ASP            | Пространственная ориентация элементарного склона холма, горы или горного хребта   |
|            | SRAD           | Солнечное излучение, рассчитанное с использованием модели SOLPET6   |
|            | Slope          | Угол наклона  |
| Климат     | ET             | Эвапотранспирация   |
|            | T.sm           | Средняя летняя температура  |

Топливная группа состоит из данных вычисленные по трем спектральным индексам растительности: NDVI, NDMI и EVI. Эти индексы были получены с использованием данных

со спутника Landsat 8, до пожара. NDVI – это индекс продуктивности и биомассы растительности (Schroeder, 2016a: 210). NDMI – показатель влажности растительности, который

играет ключевую роль в оценке потенциала и серьезности лесных пожаров (Robert, 2016: 1310). EVI – индекс продуктивности растительности которая показывает структурные изменения растительного покрова (например, индексу площади листа, типу растительного покрова, физиогномике растений и архитектуре растительного покрова) и лучше подходит для лесных территорий (Huete, 2002: 195). Эти индексы чувствительны к изменениям в количестве и распределении топлива с течением времени из-за роста растительности засухи.

Топографические данные представлены пятью переменными (разрешение = 30 м): цифровая модель рельефа (ЦМР), индекс расчленения (DISS), экспозиция склона (ASP), потенциальное солнечное излучение (SRAD) и уклон (SLOPE). Распространение пожара напрямую связана с этими конкретными топографическими переменными, однако, исходя из нашего опыта, топографические данные, представляют собой косвенные влияния пожарную опасность. Например, солнечная радиация (SRAD) может косвенно воздействовать на интенсивность пожара, влияя на производительность и влажность топлива.

Климатические данные представлены двумя переменными: эталонная эвапотранспирация – ET (Roche, 2018: e1978), и средняя летняя температура – T.sm (с июня по август). ET в целом представляет климатический водный баланс (климатический дефицит воды и фактическое эвапотранспирация, соответственно).

В качестве статистических данных были использованы интенсивность выявленных горячих точек по данным с сенсоров MODIS, VIIRS и выгоревших территории по Sentinel-2) на Карагандинской области за последние три года.

По результатам наших исследований было определено, что тип топлива является наиболее важным фактором возникновения пожара высокой степени тяжести (среднее относительное влияние = 53,1%), статистические данные вторым по значимости фактором (среднее относительное влияние = 22,9%). Климат (13,7%) и топография (10,3%) оказали меньшее влияние. Данные прогноза пожароопасности представлены в табличном виде (таблица 2) и в виде карты на рисунке 1.

**Таблица 2** – Данные прогноза пожароопасности

| Параметр<br>Величина | Наклон<br>(градус) | Экспозиц.<br>(румба) | ЦМР<br>(м) | Солнеч.<br>Радиация<br>(в/м <sup>2</sup> ) | Темп.<br>(°C) | Рассеч.<br>(м) | NDVI    | NDMI           | EVI           | EVA     |
|----------------------|--------------------|----------------------|------------|--|---------------|----------------|---------|----------------|---------------|---------|
| Экстремальный        | 0-4                | S                    | 200-500    | 166000-175000                              | 28-34         | 0,4-0,6        | 0,2-0,3 | -0,11 – -0,035 | 1078 – 1862   | 1-34    |
| Высокий              | 4-6                | SE/SW                | 500-700    | 162000-166000                              | 24-28         | 0,2-0,4        | 0,3-0,6 | -0,16 – -0,11  | 1862 – 3431   | 34-75   |
| Умеренно высокий     | 6-9                | E/W                  | 700-1000   | 154000-162000                              | 20-24         | 0,6-1          | 0,1-0,2 | -1 – -0,16     | 500 – 1078    | 75-117  |
| Умеренно низкий      | 9-13.2             | NE/NW                | 52-200     | 59737-154000                               | 17-20         | 0-0,2          | 0,6-1   | 0,035 – 0,082  | 3431 – 11078  | 117-175 |
| Низкий               | 13.2-55            | N                    | 1000+      | 175000-192985                              | 14-17         |                | -1-0,1  | 0,082 – 0,25   | 11078 – 25000 | 175-250 |

В вышеуказанной таблице были разделены параметры использованных данных по степени восприимчивости к пожару. Например, экстремальный уровень опасности приходит на южные

склоны исследуемой территорий, при температуре 28-34°C, испарения 1-34%, а минимальная вероятность пожара приходит на северный склон, при температуре 14-17°C, испарения 175-250%.

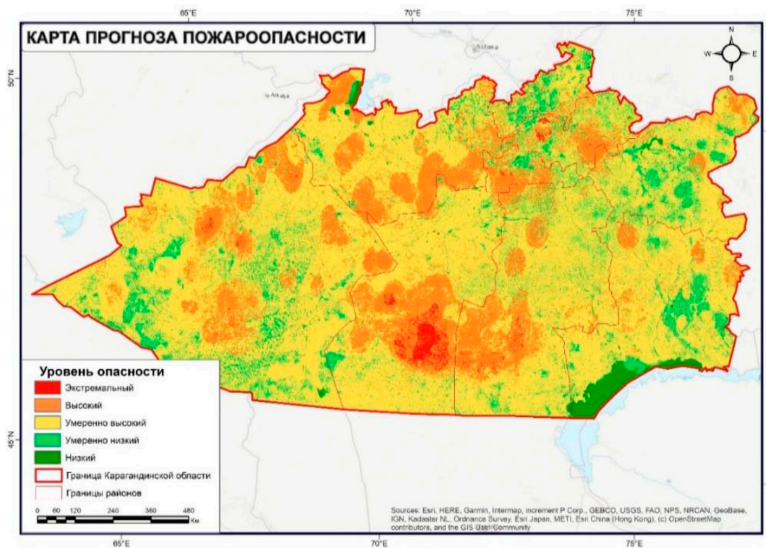


Рисунок 1 – Карта прогноза пожароопасности Казахстана на примере Карагандинской области

Согласно рисунку 1 самые восприимчивые к пожару территории Карагандинской области расположены в Жанааркинском и Шетском районах. Данные территории выделяются сухим и жарким климатом. Растительный покров травяной. Также, отсутствуют какие-либо природные и техногенные барьеры в виде рек, болот, дорог, противопожарных вспашек и др. Эти и другие факторы влияют на возникновение и распространение пожаров.

### Результаты и обсуждение

В среднем, в Казахстане количество природных пожаров за последние 10 лет составляет порядка от 20 000 до 100 000 случаев (рисунки 2-5).

В Карагандинской, Костанайской, Актыубинской и Западно-Казахстанской и Северо-Казахстанской областях произошло наибольшее количество пожаров. Это объясняется тем, что данные области имеют сравнительно травянистый покров, характеризуются отсутствием песчаных пустынь. А также относительно равнинный рельеф, без высокой горной местности и речных систем, который может служить естественным барьером для пожаров.

Максимальный показатель по количеству пожаров и выгоревшим территориям имеет Карагандинская область – 110 тыс. случаев, также в некоторые годы, были лесные и степные пожары, которые длились несколько дней и достигли сотен км<sup>2</sup>, как, например, случай в 2019 году (рисунки 2).

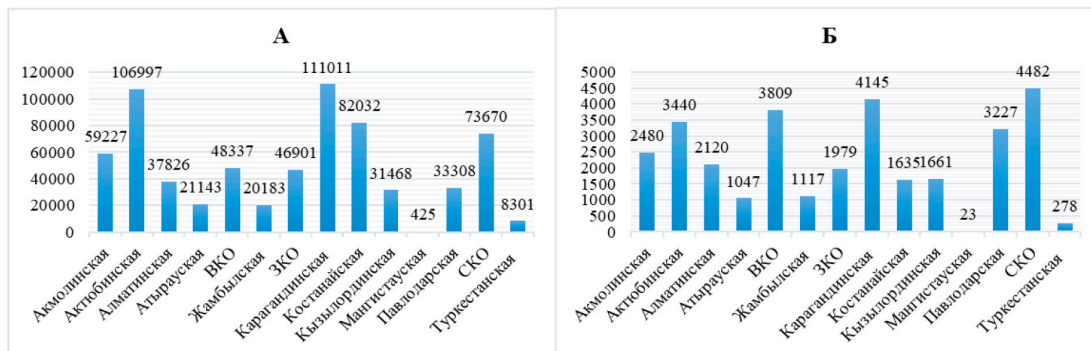


Рисунок 2 – Количество очагов пожаров в разрезе областей  
А – за период 2010-2020; Б – за период Январь 2020-Сентябрь 2020

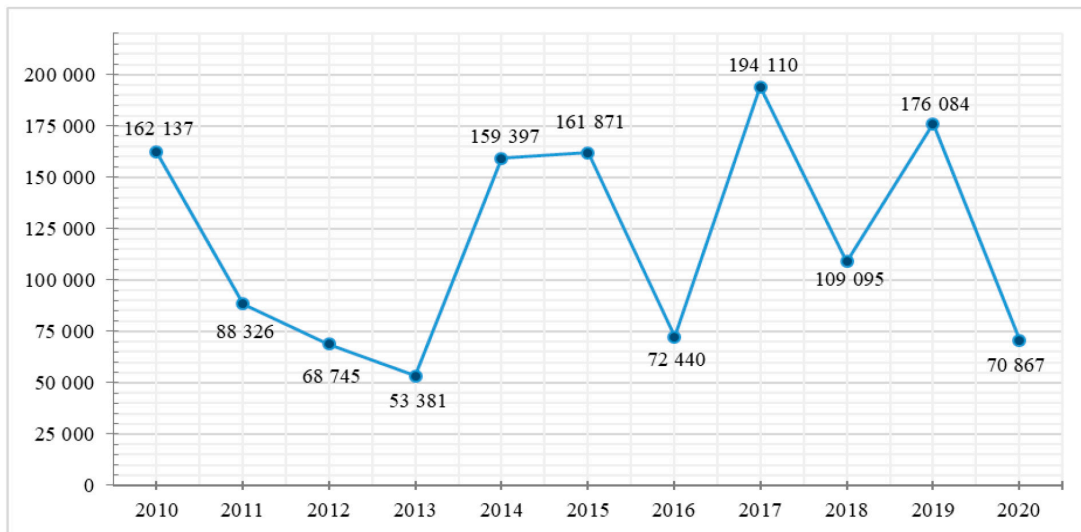


Рисунок 3 – Динамика очагов пожаров по годам за период 2010-2020 гг.

Пик обнаруженных очагов пожаров в разрезе республики было в 2017 году в количестве более 194 тыс. Если взять отдельно Карагандинскую область, в летний период 2017 года в регионе температура воздуха

днем повышалась местами до 48С°, по Цельсию (inbusiness.kz 2017) что в 1,8 раза больше среднего показателя 2016 года (26,5С°), а количество осадков было в 3 раза ниже.

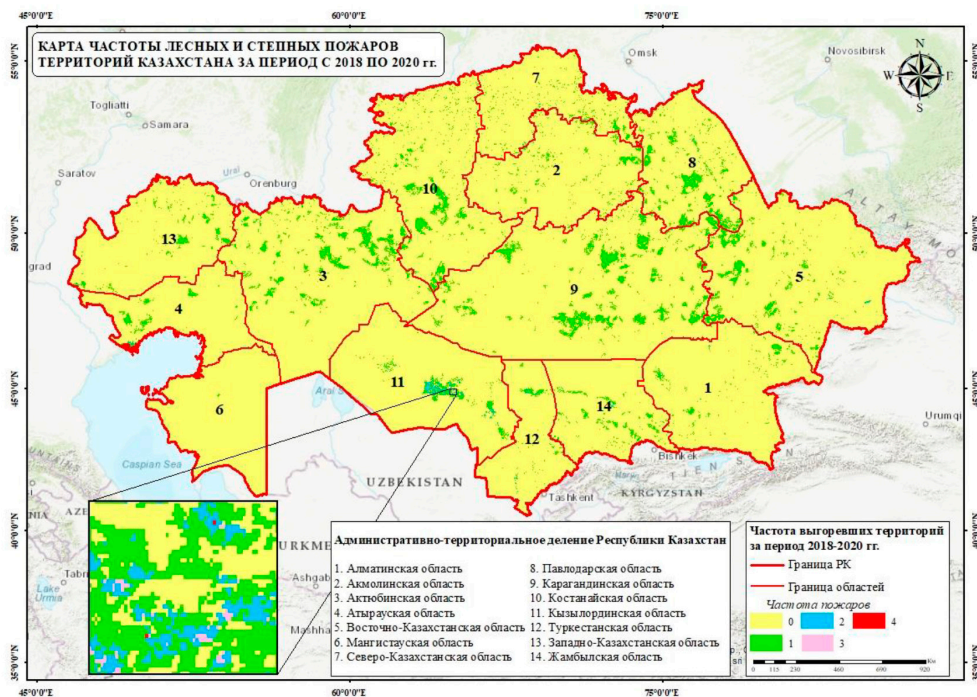
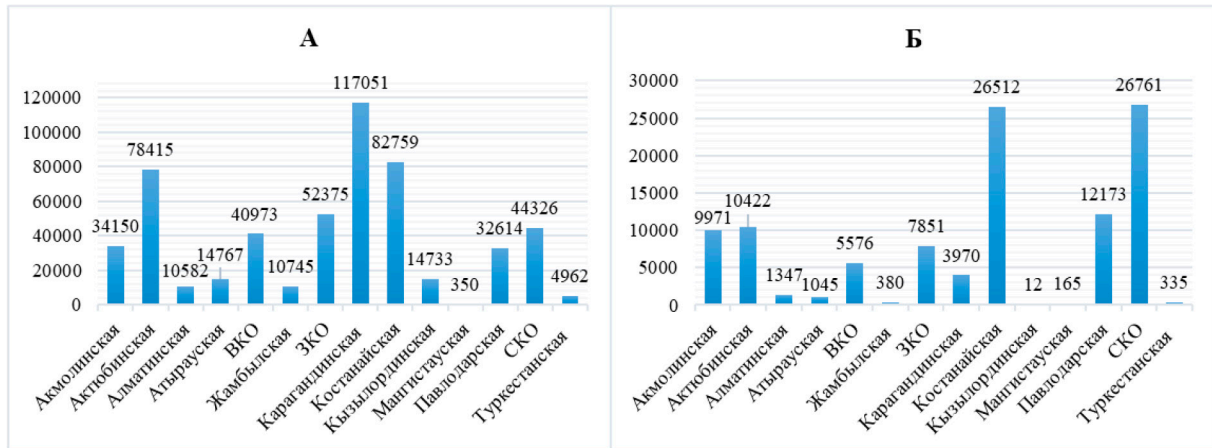


Рисунок 4 – Карта частоты пожаров за период 2018-2020 гг.

На данной карте можно увидеть информацию о частоте обнаруженных пожаров по пятибалльной шкале за трехлетний период. Чаще всего выявлено на территории Кызылординской области вдоль реки Сырдарья. В

основном, это связано с намеренным поджогом местного населения камышей. Также стоит отметить, что хоть и количество красной зоны несущественно, разрешение одного пикселя равно 1 км.



**Рисунок 5** – Площади выгоревших территории (км<sup>2</sup>) в разрезе областей А – за период 2015-2020 гг.; Б – за период Январь 2020г.-Сентябрь 2020г.

Больше всего выгоревших территории было выявлено в Карагандинской области – 117 тыс. км<sup>2</sup> за период 2015-2020 гг. А самая большая выгоревшая территория за период январь-сентябрь 2020 года приходит на Северо-Казахстанскую область – 26 тыс. км<sup>2</sup>. Что является самым высоким показателем среди областей.

### Заключение

В целом, результаты данной работы могут быть использованы для прогноза возникновения риска пожароопасности, и контроля динамики их развития с целью выработки рекомендаций по их предотвращению.

Для оценки риска пожарной опасности разработаны статистические модели на всю территорию РК. Результаты имеют хорошую корреляцию с картой частоты лесных и степных

пожаров на территории Карагандинской области за период с 2010 по 2020 гг.

По статистическим данным можно отметить что в Мангистауской области минимальные показатели количества очагов пожара и низкий уровень опасности соответственно. А в Карагандинской, Костанайской, Актюбинской, Западно-Казахстанской и Северо-Казахстанской областях экстремальный уровень опасности, что подтверждает количество выявленных термальных аномалий и площадей выгоревших территорий.

Все результаты, разработанные авторами в данной исследовательской работе, являются научно обоснованными. Исходя из полученных результатов следует отметить, что территория страны имеет повышенную пожароопасность, наблюдается значительные колебания от года к году в количестве и площади пожаров в зависимости от сезонных условий вегетаций и климатического режима территории.

### Литература

- Birch, D. S., Morgan, P., Kolden, C. A., Abatzoglou, J. T., Dillon, G. K., Hudak, A. T., Smith, A. M. "Vegetation, topography and daily weather influenced burn severity in central Idaho and western Montana forests." *Ecosphere* 6, no. 1 (2015): 1-23.
- Fang, L., Yang, J., Zu, J., Li, G., Zhang, J. "Quantifying influences and relative importance of fire weather, topography, and vegetation on fire size and fire severity in a Chinese boreal forest landscape." *Forest Ecology and Management* 356, (2015): 2-12.



- Gusev, Oleg. The official website of the information portal "inbusiness.kz". September 7, 2017. <https://inbusiness.kz/ru/news/49-gektarov-stepi-goreli-v-karagandinskoj-oblasti>. (Accessed 21.11.2021).
- Huete, A., Didan, K., Miura, T., Rodriguez, E. P., Gao, X., Ferreira, L. G. "Overview of the radiometric and biophysical performance of the MODIS vegetation indices." *Remote sensing of environment* 83, no. 1-2 (2002): 195-213.
- Keyser A., Westerling A.L. "Climate drives inter-annual variability in probability of high severity fire occurrence in the western United States." *Environmental Research Letters* 12, no. 6 (2017): 065003.
- Krawchuk, M. A., Moritz, M. A., Parisien, M. A., Van Dorn, J., Hayhoe, K. "Global pyrogeography: the current and future distribution of wildfire." *PloS one* 4, no. 4 (2009): e5102.
- Lydersen, J. M., Collins, B. M., Brooks, M. L., Matchett, J. R., Shive, K. L., Povak, N. A., Kane V.R., Smith, D. F. "Evidence of fuels management and fire weather influencing fire severity in an extreme fire event." *Ecological Applications* 27, no.7 (2017): 2013-2030.
- Miller C., Urban D.L., "A model of surface fire, climate and forest pattern in the Sierra Nevada, California." *Ecological Modelling* 114, no. 2-3 (1999): 113-135.
- Parks S.A., Dillon G.K., and Miller C. "A new metric for quantifying burn severity: the relativized burn ratio." *Remote Sensing* 6, no. 3 (2014): 1827-1844.
- Parks, S. A., Holsinger, L. M., Panunto, M. H., Jolly, W. M., Dobrowski, S. Z., Dillon, G. K. «High-severity fire: evaluating its key drivers and mapping its probability across western US forests. » *Environmental research letters* 13, no. 4, (2018): 044037.
- Pausas J.G., Bradstock R.A. "Fire persistence traits of plants along a productivity and disturbance gradient in mediterranean shrublands of south-east Australia." *Global Ecology and Biogeography* 16, no. 3 (2007): 330-340.
- Prell, Adam. Official website of "RedZone". December 19, 2016. <https://www.redzone.co/2016/12/19/wildfire-101-dead-fuel-moisture>. (Accessed 25.11.2021).
- Robert S.A., Joshua M.J., Gregory C., Sion J. "Airborne optical and thermal remote sensing for wildfire detection and monitoring." *Sensors* 16, no. 8 (2016): 1310.
- Roche, J. W., Goulden, M. L., Bales, R. C. «Estimating evapotranspiration change due to forest treatment and fire at the basin scale in the Sierra Nevada California. » *Ecohydrology* 11, no. 7, (2018): e1978.
- Roteta, E., Bastarrika, A., Padilla, M., Storm, T., Chuvieco, E. "Development of a Sentinel-2 burned area algorithm: Generation of a small fire database for sub-Saharan Africa." *Remote sensing of environment* 222, (2019): 1-17.
- Schroeder W., Oliva P., Giglio L., Quayle B., Lorenz E., Morelli F. "Active fire detection using Landsat-8/OLI data." *Remote sensing of environment*, no. 185 (2016): 210-220.
- Van R. Kane C. Alina Canslera Nicholas A. Povakb Jonathan T. Kanea Robert J. Mc Gaugheyc James A. Lutzd Derek J. Churchilla Malcolm P. Northe. "Mixed severity fire effects within the Rim fire: relative importance of local climate, fire weather, topography, and forest structure." *Forest Ecology and Management* 358, (2015): 62-79.



3-бөлім  
**МЕТЕОРОЛОГИЯ ЖӘНЕ ГИДРОЛОГИЯ**

---

Section 3  
**METEOROLOGY AND HYDROLOGY**

---

Раздел 3  
**МЕТЕОРОЛОГИЯ И ГИДРОЛОГИЯ**

С.Н. Дилдабекова<sup>1,2\*</sup>, Г.Т. Исанова<sup>3,4</sup>, Ж.Т. Раймбекова<sup>1</sup>,  
А.К. Мусина<sup>1</sup>, М.К. Касенов<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Өл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан, Алматы қ.

<sup>2</sup>ҚР ТЖМ “Қазселденқорғау” ММ, Қазақстан, Алматы қ.

<sup>3</sup>Ө.О. Оспанов атындағы Қазақ топырақтану және агрохимия ғылыми-зерттеу институты, Қазақстан, Алматы қ.

<sup>4</sup>Орталық Азия экология және қоршаған орта ғылыми-зерттеу орталығы, Қазақстан, Алматы қ.

\*e-mail: dildabekovasim@gmail.com

## ШІЛІК ӨЗЕНІ АЛАБЫНДАҒЫ МҰЗДЫҚТЫҚ-МОРЕНАЛЫҚ КӨЛДЕРДІ ИНВЕНТАРИЗАЦИЯЛАУ ЖӘНЕ ОЛАРДЫҢ ОРНАЛАСУ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІН ТАЛДАУ

Қазіргі таңда Орталық Азия климаттық өзгерістер салдарынан орын алатын проблемаларды шешу міндеттеріне тап болып отыр. Температуралық фонның жоғарылауына байланысты белсенді термокарстық процестер жыл сайын мореналық көлдер саны мен олардың аудандарының ұлғаюына алып келеді. Мұздықтық-мореналық көлдер кешенінің қазіргі жағдайы жөніндегі және олардың инвентаризациясы мен жіктелері бойынша жеткілікті мәліметтердің болмауы алаптағы шаруашылықты жоспарлауда, қажетті құрылыс жұмыстарын жүргізуде, олардың ақтарылу салдарынан болатын апаттарға дайындық жұмыстарын және қауіптілікті бағалау мен оның зиянды салдарын азайту стратегияларын жүзеге асыруда кедергілер тудыратын факторлардың бірі болып табылады. Шілік өзені алабындағы мореналық көлдерді анықтау және айқындау жұмыстары Google Earth 9.x модулі, Жерді қашықтықтан зондау мәліметтері мен ГАЖ технологияларын пайдалану негізінде жүзеге асырылды. Мақалада Шілік өзені алабы бойынша соңғы жылдардағы ғарыштық түсірілімдерді дешифрлеу негізінде Күнгей және Іле Алатауы жоталарының орташа және биік таулы зоналарында орналасқан жалпы ауданы 5,71 км<sup>2</sup> құрайтын 143 көл анықталды. Сонымен қатар Жерді қашықтықтан зондау мәліметтері көл қазаншұңқырларының ауданын, олардың типтері мен орналасу ерекшеліктерін анықтауға мүмкіндік берді.

**Түйін сөздер:** мұздықтық-мореналық кешен, мореналық көлдерді инвентаризациялау, ГАЖ-технологиялары, Жерді қашықтықтан зондау мәліметтері, климаттық өзгерістер.

С.Н. Дилдабекова<sup>1,2\*</sup>, Г.Т. Исанова<sup>3,4</sup>, Ж.Т. Раймбекова<sup>1</sup>,  
А.К. Мусина<sup>1</sup>, М.К. Касенов<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Казахстан, г. Алматы

<sup>2</sup>ГУ “Қазселезащита” МЧС РК, Казахстан, г. Алматы

<sup>3</sup>Казахский научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии имени У.У. Успанова, Казахстан, г. Алматы

<sup>4</sup>Научно-исследовательский центр экологии и окружающей среды Центральной Азии, Казахстан, г. Алматы

\*e-mail: dildabekovasim@gmail.com

### Инвентаризация ледниково-моренных озер бассейна реки Шилик и анализ их пространственного распространения

На сегодняшний день перед Центральной Азией стоит задача решения проблем, связанных с изменением климата. В связи с повышением температурного фона активные термокарстовые процессы приводят к ежегодному увеличению количества моренных озер и их площадей. Недостаточная информация о современном состоянии комплекса моренно-ледниковых озер, их инвентаризации и классификации является одним из факторов, препятствующих в планировании ведения хозяйства, проведению необходимых строительных работ, стратегии готовности к стихийным бедствиям, а также оценки возможного риска и стратегии смягчения их последствий. В данной работе идентификация и инвентаризация моренных озер в бассейне реки Шилик проведены на основе модуля Google Earth 9.x, дистанционного зондирования Земли и использования ГИС-технологий. На основе дешифрирования космических снимков последних лет в бассейне реки Шилик выявлено 143 озера общей площадью 5,71 км<sup>2</sup>, расположенных в среднегорной и высокогорной зонах хребтов Күнгей Алатау и Іле Алатау. Кроме того, с помощью обработки данных дистанционного зондирования Земли удалось определить площадь озерных котловин, их типы, суб типы и особенности их расположения.

**Ключевые слова:** ледниково-моренный комплекс, инвентаризация моренных озер, ГИС-технологии, данные дистанционного зондирования Земли, изменение климата.

S.N. Dildabekova<sup>1,2\*</sup>, G.T. Issanova<sup>3,4</sup>, Z.T. Raimbekova<sup>1</sup>,  
A.K. Mussina<sup>1</sup>, M.K. Kassenov<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan, Almaty

<sup>2</sup>State agency "Kazselezashita" Ministry of Emergency Situations, Kazakhstan, Almaty

<sup>3</sup>U.U. Usmanov Kazakh Research Institute of Soil Science and Agrochemistry, Kazakhstan, Almaty

<sup>4</sup>Research Center for Ecology and Environment of Central Asia, Kazakhstan, Almaty

\*e-mail: dildabekovasim@gmail.com

### Inventory of moraine-glacial lakes of the Shilik river basin and analysis of their spatial distribution

Nowadays Central Asia faces the challenge of addressing the challenges posed by climate change. Due to the increase in the temperature background, the active thermocarial processes lead to an annual increase in the number of moraine lakes and their areas. Insufficient information on the current state of the glacial and moraine lakes complex and their inventory and classification is one of the factors hindering the planning of the farm, the necessary construction work, disaster preparedness and risk assessment strategies and mitigation strategies. Detection and identification of moraine lakes in the Shilik River Basin was carried out on the basis of Google Earth module 9.x, remote sensing of the Earth and the use of GIS technology. The article identifies 143 lakes with a total area of 5.71 km<sup>2</sup>, located in the middle and high mountain zones of the Kungei and Ili Alatau ridges, based on the space imagery in recent years in the Shilik River basin. In addition, the data of remote sensing of the Earth allowed to determine the area of the lake basins, their types and location features.

**Key words:** glacial-moraine complex, moraine lakes, GIS, remote sensing, climate change.

#### Кіріспе

Физикалық-географиялық және экономикалық тұрғыдан алғанда жаһандық климаттың өзгерістері Орталық Азияға елеулі әсер етеді. Тау мұздықтарының деградациясы және мәңгі тоң қабаттарының қарқынды еруі – тез өзгеретін мұздық және перигляциалды ортада байқалатын жылынудың айқын көрсеткіші болып табылады. Оның тікелей салдары ретінде мұздықтық-мореналық көлдердің көлемі мен санының артып келе жатқандығын айтуға болады. Ол өз кезегінде зерттеліп отырған аудандағы мұздықтық-мореналық көлдердің ақтарылуы (GLOF) мен гляциалды сел қауіпінің артуына, сонымен қатар орын алған қауіпті бағалау бойынша жүргізілетін ғылыми ізденістердің жандануына алып келді.

Солтүстік Тянь-Шаньның басты ерекшелігі оның көптеген ірі және белсенді тау жыныстары мен мұздықтары бар айқын перигляциалды аймағының болуында (Bolch, et al. 2011). Мұндай аймақта мұздықпен тікелей байланысы бар мореналық көлдер кеңінен таралған, олардың көл байламдары негізінен мореналық жыныстардан тұрады, ал мәңгі тоң мен көмілген мұздың еруі бұл жыныстардың бұзылуына және мореналық көлдердің ақтарылу қауіпін артуына алып келеді (Попов, 1986; Janský; Cemý.; Yerokhin; 2009; Bolch, et al., 2011).

Сел тасқындары антологиясында (Медеу; Баймолдаев; Киренская; 2016) гляциалды сел тасқындары кезінде көл ақтарылуы нәтижесінде қалыптасқан сел тасқыны параметрлері ығыспалы тізбектелген процестер әсерінен бірнеше есе артатындығы сипатталған. Мысал ретінде, 1963 жылы 15 шілдеде Есік өзені алабындағы Жарсай мұздығы маңындағы көлдің ақтарылуынан қалыптасқан сел тасқыны төменгі орналасқан Есік көлінің ақтарылуына алып келді. Сел тасқынының есептік параметрлері ретінде төмендегілерді көрсетуге болады: Көлдің бастапқы көлемі – 225 000 м<sup>3</sup>, сел өтімі – 10 000 м<sup>3</sup>/с және сел тасқынының көлемі – 5,8 млн м<sup>3</sup> және айтарлықтай шығындар мен адам өліміне алып келген Қазақстандағы апатты сел тасқындарының бірі болып табылады (Medeu, Vlagoveshchenskiy, et al. 2019) (Yafyazova 2011).

Климаттың өзгеруіне байланысты Алматы облысының таулы аймақтарындағы мұздықтардың шегінуінің жалғасуы мұздықтық-мореналық көлдердің қалыптасуы мен олардың санының артуына, ал ол, өз кезегінде, қауіпті гляциалды сел тасқындарының белсенді көрініс беруіне ықпал етеді. Биік таулы аймақтағы мореналық көлдерді анықтау және айқындау бұл зонадағы қауіпті уақытылы бағалап, тиімді шешімдерді дер кезінде қабылдауға, яғни аумақта орналасқан

елді мекендер мен шаруашылыққа тигізетін зиянды салдарының алдын алуға және оны болдырмауға мүмкіндік береді.

Мұздықтық-мореналық көлдердің түзілуі, дамуы, көл байламының құрылымы, көл ауданының өзгеруі, жоғалуы және көл ақтарылуы әсері бойынша сипаттық айырмашылықтар кез келген аймақтағы мореналық көлдерді уақыт өте келе инвентаризациялау жұмыстарының жүргізілуін қажет етеді (Richardson; Reynolds, 2000; Mertes, et al., 2017; Nie, et al., 2013). Мұздықтық-мореналық көлдің ақтарылуы (GLOF), көлдерден үлкен көлемдегі судың кенеттен тасталуы көл байламының бұзылуынан немесе мұздықтың/жылжыма құбылыстары және нөсерлі жауын-шашын сияқты сыртқы факторлар ықпалы нәтижесінде пайда болады (Somos-Valenzuela, et al., 2015; Harrison, et al., 2018).

Жалпы Орта Азиядағы биік таулы көлдерді карта бетіне түсіру, инвентаризациялау және мониторингілеу бойынша түрлі әдістерге негізделген көптеген зерттеулер жүргізілген. Атап айтқанда, Тянь-Шань үшін жеке ауданы 2000 м<sup>2</sup>-денасатынкөлдердіңинвентаризациясыжасалып, ол 1990 және 2010 жылдар аралығындағы көлдердің саны мен олардың жиынтық ауданы сәйкесінше 22,5% және 2,9-16,7% ұлғайғандығы келтірілді (Wang, et al. 2013). Тарим өзені алабының (Қытай, Тянь-Шань) көлдеріндегі су жинақталуын бағалап, мұздықтардың жұқаруы мен теріс массалық баланстың байқалғанына қарамастан, мұздықтармен қоректенетін көлдер деңгейінің төмендеуі орын алғандығын және бұл сәйкессіздіктің ауыл шаруашылығы қажеттіліктері үшін судың алынуымен байланысты екендігін дәлелдейтін зерттеулер жүргізілді (Wang, et al. 2015). Сондай-ақ Іле Алатауындағы 132 көлдің қауіптілік деңгейін анықтауға бағытталған зерттеулер нәтижелері география және су қауіпсіздігі институты мамандарының еңбектерінде жарық көрген (Bolch, et al. 2011). Іле Алатауындағы мореналық көлдердің қауіптілігін анықтауға бағытталған жұмыстар өткен ғасырдың 1970 жылдардан басталып (Медеуов 1993) әлі күнге дейін өзектілігін жоғалтпады (Evans; Delaney; 2015). Сондай-ақ 1:100 000 масштабтағы КСРО топографиялық карталары мен Landsat кескіндерін дешифрлеу арқылы 1978-2011 жылдар аралығындағы Қорғас өзенінің (Қазақстан-Қытай трансшекаралық аумақ) су жинау алабындағы 48 көлдегі өзгерістер зерттелді (Медеу 2013). Бұл зерттеуде XX-XXI ғасырлардағы мұздықтарға жақын орналасқан

мореналардағы көлдердің саны мен жалпы ауданы ең үлкен өзгеріске ұшырағандығы, ал ескі мореналардағы көл сипаттамаларының аз өзгергендігі айқындалған. Зерттеу көлдер эволюциясының қарама-қарсы тенденцияларын салыстырмалы түрде шағын аймақта, әсіресе жас мореналарда орналасқан көлдерге қатысты байқалатындығын көрсетті. Кокарев, және т.б., (2011) Жетісу Алатауының оңтүстігіндегі мұздықтар аймағындағы соңғы онжылдықтағы өзгерістерді бағалап, жалпы ауданы 6 км<sup>2</sup> болатын 190 көл тізімін жаңартты, дегенмен бұл көлдердің таралуы мен эволюциясына талдау жасалмады.

Биік таулы аймақтағы мореналық көлдердің географиялық жағдайын, олардың табиғи режимі мен кеңістіктік таралуын, сел қаупі бар аймақтардағы халықтың тығыздығын және шаруашылық нысандардың болуын ескере отырып, табиғи апаттардың қаупін және олардың зиянды салдарын азайту, қауіптің алдын алу және болдырмау Алматы облысы әкімдіктерінің стратегиялық жоспарларында, Қазақстан Республикасы Төтенше жағдайлар министрлігінің және Үкіметінің құрылымдық бөлімшелерінің Жол карталарында негізгі міндет болып табылады.

Алматы облысы аумағындағы мореналық көлдердің таралуын және қауіптілік категориясын анықтау мақсатында мақалада Солтүстік Тянь-Шань сілемдеріне жататын тау жоталарындағы, яғни Іле және Күнгей Алатауында орналасқан Шілік өзені алабындағы мұздықтық-мореналық кешендер мен көлдер зерттелді.

### Зерттеу ауданы

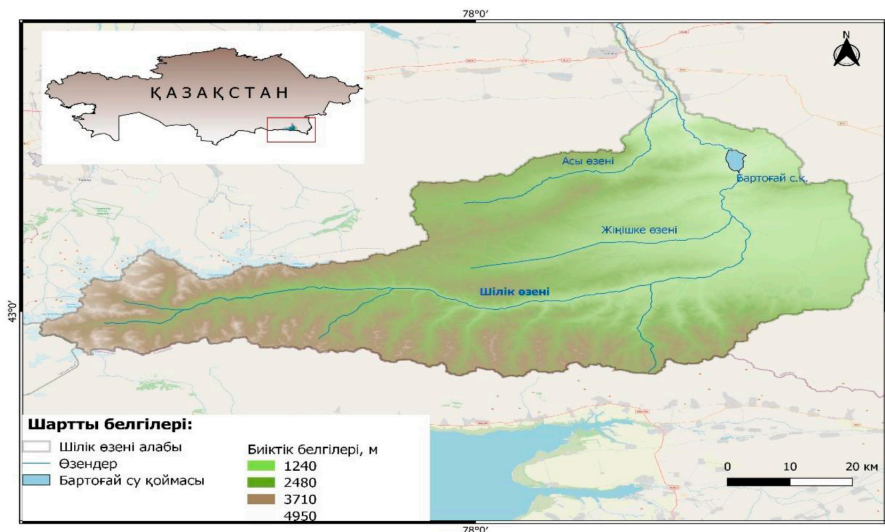
Шілік өзені алабы 42°40′-43°40′ ендік және 77°00′-79°00′ бойлық аралығында орналасқан, әкімшілік аумақтық бөлінісі бойынша Алматы облысының аумағына кіреді.

Шілік өзені – Іле өзенінің сол жақ саласы, ол Жаңғырық, оңтүстік-шығыс Талғар және оңтүстік Есік өзендерінің қосылуынан 3300-3500 м биіктікте орналасқан Іле және Күнгей Алатауы жоталарының Жаңғырық, Богатырь және Корженевский мұздықтарынан бастау алады.

Өзен ұзындығы Іле өзеніне құйғанға дейін 245 км, өзеннің су жинау алабы 4980 км<sup>2</sup> құрайды. Шілік өзен алабы Іле Алатауы жотасының оңтүстік-шығыс және Күнгей Алатауы жотасының солтүстік-батыс бөлігін алып жатыр. Жоғарғы ағысында өзен Іле Алатауының оңтүстік беткейлері мен Күнгей Алатауының

солтүстік беткейлері арасындағы терең аңғармен шығысқа қарай ағады. Жалаңаш ойпатына шығып, солтүстікке қарай күрт бұрылады, одан әрі Іле Алатауының аласа таулы сілемдерін

кесіп өтіп, Іле ойпатынан ары бір-бірінен 20 км қашықтықта орналасқан екі тармақпен (Күр-Шілік және Үлкен-Шілік) Іле өзеніне құяды (Семенов; Курдина. 1970) (сурет 1).



1-сурет – Шілік өзені алабының гидрографиялық картасы

Шілік өзенінің 70-тен аса салалары бар. Оның арасында Күнгей Алатауы жотасының солтүстік беткейінен ағып келетін кішігірім, бірақ суы көп салалары бар. Ол Талды, Құрметі, Көлсай, Қайыңды және Саты өзендері. Бұл өзендер ұзындықтары – 20-25 км, аудандары – 120-150 км<sup>2</sup>, гидрологиялық режимі көктемгі-жазғы су тасқындары мен жылы кезеңдердегі су тасу фазасымен сипатталады.

Алаптың жоғарғы бөлігіндегі морфологиялық дамыған аңғарларда сел іздері байқалады. Шілік өзені аңғарының орта ағысы беткейлері әртүрлі жастағы сел шөгінділерінің ежелгі аккумуляциялық террасаларының үзінділерімен күрделене түседі (Семенов; Курдина. 1970).

### Бастапқы мәліметтер және зерттеу әдістері

Мұздықтық-мореналық көлдерді инвентаризациялау – олардың кеңістіктік таралуын және уақыттық эволюциясын зерттеудің міндетті шарты болып табылады. Соның негізінде мұздықтық-мореналық кешендегі көлдердің ақтарылу қауіпін бағалауға болады. Мореналарда орналасқан көл шекаралары қашықтықтан зондтау мә-

ліметтері негізінде және Google Earth 9.x модулінің көмегімен кеңістікті кескіндеу мүмкіндігі жоғары суреттермен толықтырылған кескінді өңдеудің автоматтандырылған әдістері арқылы анықталды. Мореналық көлдерді инвентаризациялау жұмыстары ашық қолданыстағы <https://earthexplorer.usgs.gov> ресурсындағы Landsat-8 кескіндерінің негізінде жүзеге асырылды. Мұздықтық-мореналық кешендегі соңғы жылдардағы өзгерістерді қамту мақсатында 27.07.2021 ж. және 13.09.2021 ж. даталары бойынша Landsat-8 ғарыштық суреттері алынды (LC08\_L2SP\_149030\_20210727\_20210804\_02\_T1; LC08\_L2SP\_149030\_20210913\_20210924\_02\_T1). Қол жеткізілген суреттерді дешифрлеу үшін QGIS 3.16.16 бағдарламасы қолданылды. QGIS 3.16.16 бағдарламасындағы «Raster Calculator» құралының көмегімен су индекстері есептеліп, зерттеліп отырған аумақтағы мұздықтық-мореналық көлдер түгенделді.

Мұздықтық-мореналық көлдер инвентаризациялау үшін жартылай автоматты үш сатылы тәсіл қолданылды.

i) Бірінші кезеңде мұздық көлінің пикселдері су индексінің нормаланған айырмашылығы (NDWI) (Li; Sheng. 2012) есептеліп, содан кей-

ін алынған суретті сегменттеу және су пикселдерін алу үшін таңдалған сәйкес шектерді қолдану арқылы автоматты түрде карта бетіне түсірілді. Көрінетін спектрдегі су объектілерінің жоғары шағылысу принципі (жасыл толқын ұзындығында максимум) және жақын инфрақызыл толқын ұзындығында күшті сіңіру принципіне сүйене отырып, NDWI жасыл жолақтың (2-диапазон) және NIR диапазонының шағылысу кескіндерін пайдалана отырып, көл ауданы есептелді:

$$NDWI = (GREEN - SWIR) / (GREEN + SWIR) \quad (1)$$

Зерттеу жұмысында көлдердің су айдыны шекараларын анықтау үшін Landsat 8 ғарыштық түсірілімдерінің сәйкесінше 3 және 6 жолақтары пайдаланылды.

ii) Екінші кезеңде су объектілеріне ұқсас спектрлік сипаттамаларға ие мұздықтық-мореналық көлдер ретінде қате жіктелген тау көлеңкелері DEM негізіндегі бедерлік талдау арқылы жойылды. QGIS 3.16.16 жүйесіндегі кескін мәліметтерінің күн азимуты бұрышы мен күннің биіктігі туралы ақпаратты пайдалана отырып жасалған көлеңке маскасы тау көлеңкесіне байланысты кез келген жалған көлді жою үшін қолданылады (Richardson; Reynolds. 2000).

iii) Үшінші кезеңде жалған түсті композиттер, кеңістікті кескіндеу мүмкіндігі жоғары Google Earth 9.x модулі суреттері арқылы автоматты түрде алынған көл шекаралары тексеріліп және түзету жұмыстары жүргізілді. Көл байламының түрі, мұздықтан қашықтығы және көлдің мұздықпен байланысы жөніндегі салыстырмалы

түрде дәл ақпаратты алу мақсатында QGIS 3.16.16 өңделген суреттер және Google Earth 9.x модулі суреттерімен синхрондалды.

Нәтижесінде Шілік өзені алабындағы ауданы 0,001 км<sup>2</sup>-ден асатын мореналық көлдер алынып, әрбір көл нөмірленіп, жіктелді: көлдер инвентаризацияланды: №1-ден №143 көлге дейін нөмірлер берілді; көлдердің бойлық және ендік бойынша орналасуы анықталды; көлдердің орналасу биіктігі (м) анықталды; көл аудандары (км<sup>2</sup>) есептелді; мореналық көл қазаншұңқырларының орналасуы бойынша жіктемесі жасалынды; мореналық көлдің мұздықпен байланысы бойынша жіктемесі дайындалды. Сондай-ақ мұндай жұмыстар Іле Алатауы бойынша жасалғанымен, Шілік алабы үшін жасалынған алғашқы жұмыстардың бірі болып табылады.

### Зерттеу нәтижелері және оларды талқылау

**Көлдер инвентаризациясы.** Шілік өзені алабындағы көлдерді қашықтықтан зондтау мәліметтері негізінде инвентаризациялау нәтижесінде олардың басым бөлігі Күнгей Алатауында орналасқандығы анықталды. Іле Алатауындағы көлдер саны – 38, ол алаптағы жалпы көлдер санының 26,6 % құрайды. Күнгей Алатауындағы жалпы көлдер саны – 105 көл, және мореналық көлдермен қатар бөгелмелі көлдер де есепке алынды. Бөгелмелі көл ретінде 10 көл айқындалды және бұл көлдер 1840-3240 м аралығындағы биіктік белдеулерінде орналасқан. 2-суретте Іле Алатауы мен Күнгей Алатауындағы көлдердің биіктік пен ендік бойынша орналасуы көрсетілген.

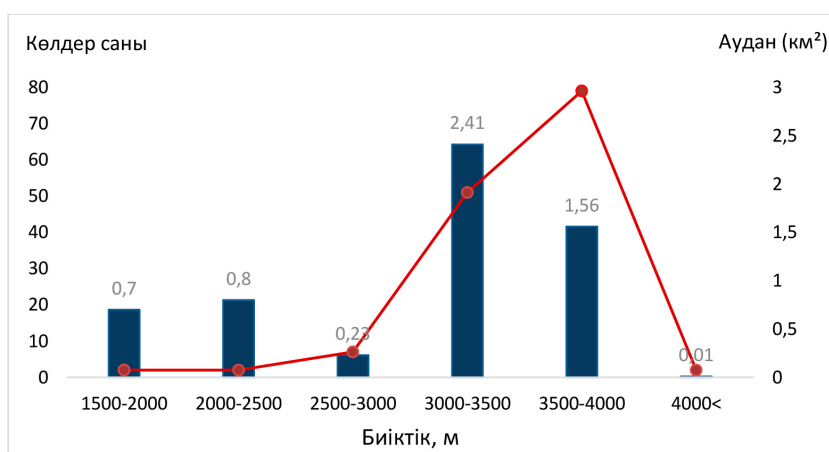


2-сурет – Шілік өзені алабындағы мореналық және бөгелмелі көлдердің географиялық ендік бойынша орналасуы



Шілік алабы бойынша 2021 жылы ғарыштық түсірілімдерді дешифрлеу арқылы 1 800-4 000 аса абс.м аралығын қамтитын Күнгей және Іле Алатауы жоталарында орналасқан көлдерді инвентаризациялау нәтижесінде көл ауданына да назар аударылды. Аталған аумақтағы көлдердің жалпы ауданы 5,71 км<sup>2</sup> құрады. Талдау барысында басым көлдер 3 500 ден 4 000 м аралығында орналасқандығын байқауға болады. Бұл биіктіктегі

көлдердің жалпы саны – 79, ол көлдердің жалпы санының 55,2% құрайды және мұнда орналасқан көлдердің жалпы ауданы 1,56 км<sup>2</sup> тең. 3 000-3 500 м биіктікте 51 көл (36 %) орналасқан, жалпы көл аудандары 2,41 км<sup>2</sup>. Саны бойынша ең аз, яғни жалпы көлдердің 1,40% ғана құрайтын көлдер 1 500 ден 2 500-ге дейінгі және 4 000 метрден асатын биікте орналасқан және ол көлдердің аудандары сәйкесінше 0,8 км<sup>2</sup> құрайды (3-сурет).



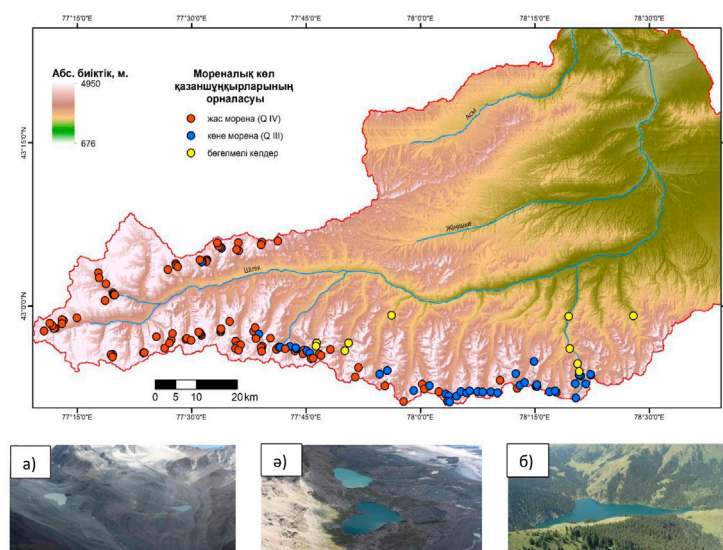
3-сурет – Мореналық көлдердің биіктік белдеу бойынша саны мен ауданының үлестірілуі

**Көлдердің жіктелуі.** Іле және Күнгей Алатауларының мореналық көлдерінің бірнеше жіктемелері бар. (Попов 1986) ұсынған жіктемеде көлдердің 4 түрі және 10 кіші типі: мұз үстінде орналасқан, мұздықпен жанасатын, мұздық-мореналық және мореналық (жаңадан пайда болған және көне мореналарда орналасқан) қарастырылған. Сондай-ақ (Медеуов 1993) өз еңбегінде мореналық көлдерді генетикалық және морфологиялық сипаттамаларына байланысты: термокарсты, мұздықпен жанасатын, морена арқылы бөгелген көлдерге жіктеп, оларды ақтарылу қаупінің деңгейіне байланысты типтендірді. Бұл жіктеме (Медеу 2013) жаңа мореналар, сондай-ақ ескі мореналарда түзілетін көлдерді ажырату және бөгелмелі көлдердің қосылуымен жаңартылды. 1986 жылғы Н.В. Попов және 1993 жылғы А.Н. Медеудің мореналық көлдерге қатысты жіктемесін Landsat кескіндерін дешифрлеу нәтижелерімен толықтыра отырып, (Karitsa, et al., 2017) көлдердің 4 типін айқындаған, олар 1 тип – мұздық тілдерімен тікелей байланысы бар көлдер, 2 тип – жаңадан 20-21 ғасырлардағы мореналарда пайда болатын мұздықпен жанама байланысы бар мореналық көлдер (әдетте 500 м. дейін), бұл көлдер мұздық тілімен

жанаспайды, 3 тип – ескі мореналық ойпандарда орналасқан мореналық көлдер және 4 типті – өзендер мен бұлақтарды тау жыныстарымен бөгеу нәтижесінде пайда болатын бөгелген көлдер.

Мореналық көлдерді инвентаризациялау барысында көл қазаншұңқырларының орналасу ерекшеліктері мен мұздықпен байланысы ескеріле отырып, қашықтан зондтау мәліметтерін дешифрлеу нәтижесінде Шілік алабы үшін көлдердің төмендегідей жіктемесі дайындалды.

Мореналық көл қазаншұңқырларының орналасу ерекшеліктері бойынша 3 тип ажыратылды: жас моренада орналасқан көлдер (Q<sub>IV</sub>), көне моренада орналасқан көлдер (Q<sub>III</sub>) және бөгелмелі көлдер (4-сурет). Жас мореналық көлдер зерттеліп отырған аумақтағы жалпы көлдердің 63% құрайды. Мұздықтардың деградациясы мен қарқынды еруі салдарынан, бұл көлдердің саны тұрақты түрде көбеюде. Көне мореналарда орналасқан көлдердің жалпы пайыздық үлесі 30%-ды құрайды. Ал бөгелмелі көлдердің ретінде 10 көл есепке алынды. Бөгелмелі көлдер XVIII-XIX ғғ. жер сілкіністері кезінде тау жыныстарымен ағындының бөгелу нәтижесінде пайда болған.

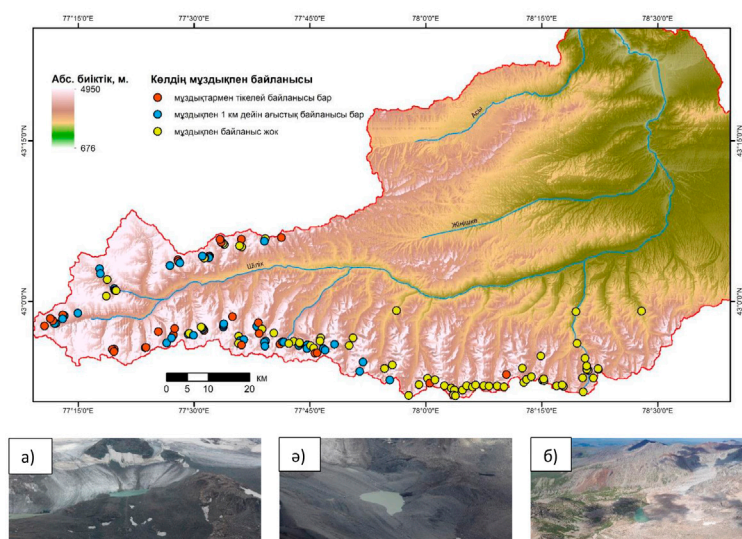


Ескерту: а) жас моренада орналасқан – № 50, 51, 52 көлдер; ә) көне моренада орналасқан – №84, 85 көлдер; б) бөгелмелі көлдер – Көлсай көлі

4-сурет – Шілік өзені алабындағы мореналық көл қазаншұңқырлары

Мореналық көлдердің мұздықпен байланысын ескеретін жіктемеде: мұздықпен тікелей байланысы бар, мұздықпен 1 км дейін ағыстық байланысы бар және мұздықпен байланысы жоқ көлдер болып бөлінді. Талдау нәтижесінде Шілік өзені алабындағы

мұздықпен тікелей байланысы бар көлдер 23%, сәйкесінше бұл көлдер көбінесе жас мореналарда орналасқан. Мұздықпен 1 км дейін ағыстық байланысы бар көлдер 27%, мұздықпен байланысы жоқ көлдер жалпы көлдердің 50% құрайды (5-сурет).



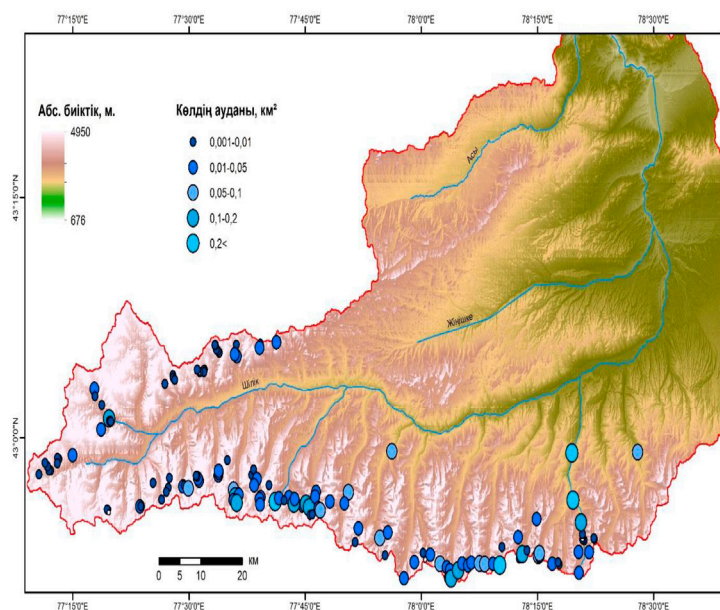
Ескерту: а) мұздықпен тікелей байланысы бар – № 86, 87 көлдер; ә) мұздықпен мұздықпен 1 км. дейін ағыстық байланысы бар – №52 көл; б) мұздықпен байланысы жоқ көлдер – №99 көл

5-сурет – Шілік алабындағы мореналық көлдердің мұздықпен байланысы бойынша жіктелімі

Беттік мұздықтық көлдердің апатты ақтарылу қаупінің негізгі сипаттық белгісі ретінде су беті айдыны ауданының ұлғаюы есебінен көл өлшемдерінің өсуін, көл байламын шайып кететіндей күшке ие мұздықтық ағынды мен көлдегі су температурасының көтерілуін қарастыруға болады. Сондықтан ақтарылу қаупін анықтайтын негізгі сипаттық белгі ретіндегі көл ауданы жөніндегі мәліметтерге 2021 жылғы Landsat кескінін дешифрлеу негізінде қол жеткізілді және ескере кететін жайт ауданы

0,001 км<sup>2</sup> кем болатын көлдер инвентаризациялау кезінде есепке алынғанымен, ауданын есептеу барысында ол көлдер ескерілмеді. Шілік өзені алыбындағы инвентаризацияланған көлдер ауданы бойынша төмендегідей градацияларға бөлінді: 0,001-0,01 км<sup>2</sup>; 0,01-0,05 км<sup>2</sup>; 0,05-0,1 км<sup>2</sup>; 0,1-0,2 км<sup>2</sup>; 0,2 км<sup>2</sup>ден асатын көлдер.

Ұсынылған градацияға сәйкес 0,001-0,01 км<sup>2</sup> аралығын қамтитын көлдер саны – 63, және ол зерттеліп отырған аумақтағы ең көп көл саны (6-сурет).



6-сурет – Шілік өзені алабындағы көлдердің аудан бойынша үлестірілуі

Төмендегі 1-кестеде Іле Алатауы мен Күнгеі бойынша бөлінуі және олардың пайыздық Алатауында орналасқан көлдердің типтері үлестері көрсетілген.

1-кесте – Көлдердің жіктелуі

| Аумақ       | Көл типі  | Суб тип                                     | Саны (% үлесі) | Жалпы ауданы (км <sup>2</sup> ) (% үлесі) | Орташа биіктігі (абс. м.) |
|-------------|---|---|----------------|---|---------------------------|
| Іле Алатауы | Мореналық көлдердің мұздықпен байланысы бойынша | мұздықпен тікелей байланысы бар             | 13 (34)        | 0,05 (13)                                 | 3854                      |
|             |   | мұздықпен 1 км. дейін ағыстық байланысы бар | 13 (34)        | 0,24 (65)                                 | 3747                      |
|             |   | мұздықпен байланысы жоқ                     | 12 (32)        | 0,08 (22)                                 | 3685                      |
|             | <b>Жалпы</b>                                    |   | <b>38</b>      | <b>0,37</b>                               | <b>3762</b>               |

|                |   |   |            |              |             |
|----------------|---|---|------------|--------------|-------------|
| Іле Алатауы    | Қазаншұңқырлардың орналасуы                     | жас моренада                                | 35         | 0,36 (97)    | 3762        |
|                |   | көне моренада                               | 3          | 0,01 (3)     | 3780        |
|                | Бөгелмелі көлдер                                |   | -          | -            | -           |
|                | Мұздықтағы көл                                  | анықталмаған                                | -          | -            | -           |
|                | <b>Жалпы</b>                                    |   | <b>38</b>  | <b>0,37</b>  | <b>3771</b> |
| Күнгей Алатауы | Мореналық көлдердің мұздықпен байланысы бойынша | мұздықпен тікелей байланысы бар             | 20         | 0,60 (11)    | 3710        |
|                |   | мұздықпен 1 км. дейін ағыстық байланысы бар | 25         | 0,78 (15)    | 3528        |
|                |   | мұздықпен байланысы жоқ                     | 60         | 3,96 (74)    | 3233        |
|                | <b>Жалпы</b>                                    |   | <b>105</b> | <b>5,34</b>  | <b>3490</b> |
|                | Қазаншұңқырлардың орналасуы                     | жас моренада                                | 51         | 1,59 (30)    | 3258        |
|                |   | көне моренада                               | 40         | 1,99 (37)    | 3309        |
|                | Бөгелмелі көлдер                                |   | 10         | 1,76 (33)    | 2581        |
|                | Мұздықтағы көл                                  | анықталмаған                                | 4          | 0,003 (0,06) | 3978        |
|                | <b>Жалпы</b>                                    |   | <b>105</b> | <b>5,34</b>  | <b>3281</b> |

### Қорытынды

Мақалада Шілік өзені алабындағы мұздықтық-мореналық көлдердің алғаш рет инвентаризациясы жасалды. Шілік алабы бойынша 2021 жылғы ғарыштық түсірілімдерді дешифрлеу арқылы биіктік зоналары бойынша Күнгей және Іле Алатауы жоталарында орналасқан жалпы ауданы 5,71 км<sup>2</sup> құрайтын 143 көл анықталды. Су айдынының ауданы 0,001 км<sup>2</sup>-ден асатын көлдер алынып, олар бірнеше градацияға жіктелді.

Мұздықтық-мореналық көлдерді инвентаризациялау алаптағы шаруашылық салаларын жоспарлау, құрылыс имараттарын жобалау, мұздықтық-мореналық көлдердің ақтарылу нәтижесінде қалыптасатын гляциалды генезистегі сел тасқындарының алдын алу, оның зиянды салдарын төмендету және болдырмау мақсатында жүзеге асырылатын шараларды жос-

парлауда аса маңызды рөл атқарады. Сонда-ақ мореналық көлдердің орналасу биіктігі мен ауданы жөніндегі мәліметтер гляциалды сел қаупін бағалаудың басты критерийлері болып табылады. Мореналық көлдердің қазаншұңқырының орналасу ерекшеліктері мен олардың мұздықпен байланысы жыл сайынғы сел қауіпті кезеңде жүзеге асырылатын маршруттық және стационарлық зерттеулердің маңызды бөлігін құрайтын мореналық көлдердің жай-күйін анықтауда және алаптағы сел қауіптілігін бағалауда маңызды критерий ретінде қарастырылуы тиіс.

Жүзеге асырылған ғылыми зерттеу нәтижелері Қазақстан шегінде басқа да сел қауіпті өзен алаптарындағы биік таулы мұздықтық-мореналық көлдерді инвентаризациялау және сәйкесінше «ақтарылу қаупін» анықтау факторларын айқындауға әдіснамалық негіз ретінде пайдаланылуы мүмкін.

### Әдебиеттер

- Bolch T., Peters J., Yegorov A., Pradhan B., Buchroithner M., Blagoveshchensky V. Identification of potentially dangerous glacial lakes in the northern Tien Shan // Nat. Hazards, №59(3). - 2011. – Б. 1691–1714. (DOI: 10.1007/s11069-011-9860-2)
- Evans S. G., Delaney K. B. Catastrophic Mass Flows in the Mountain Glacial Environment // Snow and Ice-Related Hazards, Risks and Disasters. - 2015. - Б. 563-606.
- Harrison S., Kargel J. S., Huggel C., Reynolds J., Shugar D. H., Betts R. A. Climate change and the global pattern of moraine-dammed glacial lake outburst floods // The Cryosphere. - 2018. - 12. – Б. 1195.
- Janský B., Cerný M., Yerokhin S. Mountain lakes of Kyrgyzstan with regard to the risk of their rupture // Geophysical Research Abstracts. - 2009. - Б. 11.

Kapitsa V., Shahgedanova M., Machguth H., Severskiy I., Medeu A. Assessment of evolution and risks of glacier lake outbursts in the Djungarskiy Alatau, Central Asia, using Landsat imagery and glacier bed topography modelling // *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.* - 2017. – Б. 1837–1856.

Кокарев А. Л., Шестерова И. Н. Изменение ледниковых систем северного склона Заилийского Алатау во второй половине XX и начале XXI вв // *Лед и снег.* – 2011. – 4(116). – Б. 39-46.

Li J., Sheng Y. An automated scheme for glacial lake dynamics mapping using Landsat imagery and digital elevation models: a case study in the Himalayas // *Int. J. Remote Sens.*, 33. – 2012. – Б. 5194–5213.

Медеу А. Р., Баймолдаев Т. А., Киренская Т. Л. Селевые явления Юго-Восточного Казахстана: Антология селевых явлений и их исследования: Антология селевых явлений. – Алматы : Институт географии, 2016. – Б. 577.

Medeu A. R., Blagoveshchenskiy V. P., Gulyayeva T. S., Ranova S. U. Debris flow activity in trans-Ile Alatau in the 20th-early 21st centuries // *Geography and natural resources*, №40(3). – 2019. – Б. 292-298.

Медеу А. Р., Токмагамбетов Т. Г., Кокарев А. Л., Плеханов П. А., Плеханова Н. С. Гляциальные озёра бассейна реки Хоргос и оценка опасности их прорывов // *Лёд и Снег.* – 2013. - 53(3). – Б. 99-106.

Медеуов А., Колотилин Н. Ф., Керемкулов В. А. Сели Казахстана. – Алматы, – 1993. – Б.157.

Mertes J. R., Thompson S. S., Booth A. D., Gulley J. D., Benn D. I. A conceptual model of supra-glacial lake formation on debris-covered glacial based on GPR facies analysis // *Earth Surf. Process. Landforms.* 42. – 2017. – Б. 903-914.

Nie Y., Liu Q., Liu S. Glacial lake expansion in the central Himalayas by Landsat images, 1990-2010 // *PLoS One.* – 2013. – Б. 8  
 Попов Н. В. Исследование озер гляциальной зоны юго-востока Казахстана с целью оценки возможности их прорывов и мониторинга селеопасности: Автореферат дисс. кандидата геогр. наук. – Алматы, 1986. – С. 97.

Richardson S. D., Reynolds J. M. An overview of glacial hazards in the Himalayas // *Quaternary International.* 65-66. – 2000. – Б. 31-47.

Семенов В. А., Курдина Р. Д. Ресурсы поверхностных вод СССР. Центральный и южный Казахстан. Выпуск. 2. Бассейн оз. Балхаш. Монография. Гидрометеиздат, 13-том. -1970. -Б. 646.

Somos-Valenzuela M. A., McKinney D. C., Byers A. C., Rounce D. R., Portocarrero C., Lamsal D. Assessing downstream flood impact due to a potential GLOF from Imja Tsho in Nepal // *Hydrology Earth System Science.* – 2015. – 19. – Б. 1401-1412.

Вилесов Е. Н. Изменение размеров и состояния ледников Казахстана за 60 лет (1955–2015 гг.) // *Лёд и Снег.* – 2018. -Б. 12.

Wang N., Wu H., Wu Y., Chen A. Variations of the glacier massbalance and lake water storage in the Tarim Basin, northwest China, over the period of 2003–2009 estimated by the ICESat-GLAS data // *Environmental Earth Sciences.* - 2015. - 74(3). – Б. 1-12. (DOI: 10.1007/s12665-015-4662-6)

Wang X., Ding Y., Liu S., Jiang, L., Wu K., Jiang Z., Guo W. Changes of glacial lakes and implications in Tian Shan, central Asia, based on remote sensing data from 1990 to 2010 // *Environmental Research Letters.* – 2013. – Б. 8. (DOI: 10.1088/1748-9326/8/4/044052)

Yafyazova R. K. Disastrous debris flows connected with glacial processes and defense methods against them in Kazakhstan. International Conference on Debris-Flow Hazards Mitigation: Mechanics, Prediction and Assessment, Proceedings, 2011. – Б. 1101-1110.

## References

Bolch T., Peters J., Yegorov A., Pradhan B., Buchroithner M., Blagoveshchenskiy V. (2011) Identification of potentially dangerous glacial lakes in the northern Tien Shan // *Nat. Hazards*, №59(3). Pp 1691–1714. (DOI: 10.1007/s11069-011-9860-2)

Evans S. G., Delaney K. B. (2015) Catastrophic Mass Flows in the Mountain Glacial Environment // *Snow and Ice-Related Hazards, Risks and Disasters.* Pp 563-606.

Harrison S., Kargel J. S., Huggel C., Reynolds J., Shugar D. H., Betts R. A. (2018) Climate change and the global pattern of moraine-dammed glacial lake outburst floods // *The Cryosphere* 12. Pp 1195.

Janský B., Cerný M., Yerokhin S. (2009) Mountain lakes of Kyrgyzstan with regard to the risk of their rupture // *Geophysical Research Abstracts.* P 11.

Kapitsa V., Shahgedanova M., Machguth H., Severskiy I., Medeu A. (2017) Assessment of evolution and risks of glacier lake outbursts in the Djungarskiy Alatau, Central Asia, using Landsat imagery and glacier bed topography modelling // *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.* Pp 1837–1856.

Kokarev A. L., Shesterova I. N. (2011) Izmenenie lednikovih system severnogo sklona Zailiiskogo Alatau vo vtoroi polovine XX inachale XXI vekov [Change of the glacier systems on thenorthern slope of Zailiyskiy Alatau for the second half of XX and the beginning of XXI centuries] // *Led i Sneg [Ice and Snow]*, 4(116). Pp 39–46.

Li J., Sheng Y. (2012)An automated scheme for glacial lake dynamics mapping using Landsat imagery and digital elevation models: a case study in the Himalayas // *Int. J. Remote Sens.*, 33. Pp 5194–5213.

Medeu A. R., Baymoldayev T. A., Kirenskaya T. L. (2016) Selevye yavleniya yugo-vostochnogo Kazakhstana: Antologia selevyh yavlenii [Mudflow phenomena of South-East Kazakhstan: Antology of mudflow phenomena and their research].-Almaty: Institut of Geography. P 577.

Medeu A. R., Blagoveshchenskiy V. P., Gulyayeva T. S., Ranova S. U. (2019) Debris flow activity in trans-Ile Alatau in the 20th-early 21st centuries // *Geography and natural resources*, №40(3). Pp 292-298.

Medeu A. R., Tokmagambetov T.G., Kokarev A. L., Plekhanov P. A., Plekhanova N. S., (2013) Glyisialnye ozera basseina reki Horgos I otsenka opasnosti ih proryvov [Glacial lakes in the Horgos river basin and their outbreak risk assessment] // *Led i Sneg [Ice and Snow]*, 53(3). Pp 99-106.

- Medeuov A.R., Kolotilin N. F., Keremkulov V. A. (1993) Seli Kazakhstana [Mudflows of Kazakhstan]. -Almaty. P 157.
- Mertes J. R., Thompson S. S., Booth A. D., Gulley J. D., Benn D. I. (2017) A conceptual model of supra-glacial lake formation on debris-covered glacial based on GPR facies analysis // *Earth Surf. Process. Landforms*. 42. Pp 903-914.
- Nie Y., Liu Q., Liu S. (2013) Glacial lake expansion in the central Himalayas by Landsat images, 1990-2010 // *PloS One*. P 8
- Popov N. V. (1986) Issledovaniye ozer gliatsialnoi zony yugo-vostoka Kazakhstana s tselyu otsenki vozmojnostu ih proryvov I monitoringa seleopasnosti [Study of lakes in the glacial zone of the south-east of Kazakhstan in order to assess the possibility of their outbursts and monitoring of debris flows]. Almaty. PhD Thesis, Institute of Geography. P 97.
- Richardson S. D., Reynolds J. M. (2000) An overview of glacial hazards in the Himalayas // *Quaternary International*. 65-66. P 31-47.
- Semenov B. A., Kurdina R. D. (1970) Resursy poverhnostnyh vod SSSR. Tsentralnyi I Yuzhnyi Kazakhstan. Vypusk 2. Bassein ozera Balkhash [Resources of surface waters of the USSR. Central and southern Kazakhstan. Release. 2. Lake basin Balkhash]. Monography. Gidrometeoizdat, Volume 13. P 646
- Somos-Valenzuela M. A., McKinney D. C., Byers A. C., Rounce D. R., Portocarrero C., Lamsal D. (2015) Assessing downstream flood impact due to a potential GLOF from Imja Tsho in Nepal // *Hydrology Earth System Science* 19. Pp 1401-1412.
- Vilesov E. N. (2018) Izmenenie razmerov i sostoyznii lednikov Kazakhstana za 60 let (1955-2015) [Changes in the size and condition of the glaciers in Kazakhstan for the last 60 years (1955-2015)] // *Led i Sneg [Ice and Snow]*. P 12.
- Wang N., Wu H., Wu Y., Chen A. (2015) Variations of the glacier massbalance and lake water storage in the Tarim Basin, northwest China, over the period of 2003–2009 estimated by the ICESat-GLAS data // *Environmental Earth Sciences* 74(3). Pp 1-12. (DOI: 10.1007/s12665-015-4662-6)
- Wang X., Ding Y., Liu S., Jiang, L., Wu K., Jiang Z., Guo W. (2013) Changes of glacial lakes and implications in Tian Shan, central Asia, based on remote sensing data from 1990 to 2010 // *Environmental Research Letters*. P 8. (DOI: 10.1088/1748-9326/8/4/044052)
- Yafyazova R. K. (2011) Disastrous debris flows connected with glacial processes and defense methods against them in Kazakhstan. International Conference on Debris-Flow Hazards Mitigation: Mechanics, Prediction and Asssment, Proceedings. Pp 1101-1110.

А.М. Ашимақын\*, А.К. Жексенбаева\*

Эль-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан, Алматы қ.  
\*e-mail: akerke.ashimakyn@mail.ru

## ҚАЗАҚСТАННЫҢ СОЛТҮСТІК ӨҢІРІНДЕГІ ЖЫЛЫ МЕЗГІЛДЕГІ ЖАУЫН-ШАШЫННЫҢ МАУСЫМДЫҚ СТАТИСТИКАЛЫҚ ҚҰРЫЛЫМЫ

Атмосфералық жауын-шашын көптеген салаларға, атап айтқанда, ауыл шаруашылығы, экономика, құрылыс, энергетика, мұнай-газ өндірістеріне өз әсерін тигізетіндіктен, жауын-шашынның өзгеру тенденцияларын, маусымдық аномалияларын анықтау және жауын-шашынның мөлшері туралы сенімді мәліметтерді алу ұзақ мерзімді ауа райын құрастыруға өте қажетті болып табылады. Сол мақсатта бұл мақалада 1950-2020 жылдар аралығындағы Солтүстік Қазақстандағы Астана, Атбасар, Көкшетау, Қостанай, Петропавл және Павлодар метеорологиялық станцияларында жылы мезгілдегі жауын-шашынның маусымдық өзгеру тенденциясы анықталып, негізгі статистикалық сипаттамалары есептелді. Зерттеу барысында Қазақстанның солтүстік өңірінде 1950-2020 жылдар аралығында жауын-шашынның жылы мерзімдегі мөлшерінің өсу тенденциясы әр 10 жылда 0,2-11,2 мм жылдамдықпен өсіп отырған. Жауын-шашынның жылы мезгілдегі максималды мөлшері қарастырылып отырған станцияларда 60-208 мм аралығында өзгеріп, шілде және тамыз айларында тіркелген. Жауын-шашынның минималды мөлшері 0,2-21 мм аралығында өзгеріп, көбінесе сәуір және қыркүйек айларында байқалады. Жаздың 1-ші және 2-ші жартысында жауын-шашын мөлшерінің өсу тенденциясы қарастырылған станциялардың ішінде Павлодар станциясында жоғары ( $\alpha = 6$  мм/10 жыл) болған. Статистикалық құрылымын зерттеу барысында, Қазақстанның солтүстігінде көктемде тек Атбасар станциясында, жаздың 1-ші жартысында Атбасар және Павлодар станциясында, жаздың 2-ші жартысында Атбасар, Петропавл және Павлодар станцияларында эксцесс коэффициенті мәні критикалық мәннен жоғары байқалған.

**Түйін сөздер:** жауын-шашын, тенденция, тренд, орташа квадраттық ауытқу, асимметрия, эксцесс, көктем, жаздың 1-ші жартысы, жаздың 2-ші жартысы.

А.М. Ашимақын\*, А.К. Жексенбаева

Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Казахстан, г. Алматы  
\*e-mail: akerke.ashimakyn@mail.ru

## Сезонная статистическая структура атмосферных осадков теплого периода в Северном Казахстане

Поскольку атмосферные осадки оказывают свое влияние на многие отрасли, в частности, сельское хозяйство, экономику, строительство, энергетику, нефтегазовую промышленность, выявление тенденций изменения осадков, сезонных аномалий и получение достоверных данных о количестве осадков является крайне необходимым для составления долгосрочных прогнозов погоды. С этой целью в данной статье была изучена тенденция сезонных изменений осадков в теплый период года на метеорологических станциях Астана, Атбасар, Кокшетау, Костанай, Петропавловск и Павлодар в Северном Казахстане в период с 1950 по 2020 годы и просчитаны основные статистические характеристики. По результатам исследования установлено, что в северном регионе Казахстана в период с 1950 по 2020 годы наблюдалась тенденция к увеличению количества осадков в теплый период со скоростью 0,2-11,2 мм каждые 10 лет. Максимальное количество осадков в теплое время года варьировалось в пределах 60-208 мм на рассматриваемых станциях и фиксировалось в июле и августе. Минимальное количество осадков колеблется в пределах 0,2-21 мм, чаще всего наблюдается в апреле и сентябре. На станциях, где наблюдалась тенденция к увеличению количества осадков в 1-й и 2-й половине лета, на станции Павлодар была высокая ( $\alpha = 6$  мм/10 лет). При определении статистической структуры на севере Казахстана значения коэффициента эксцесса наблюдались выше критических значений только весной на станции Атбасар, в 1-й половине лета на станции Атбасар и Павлодар, во 2-й половине лета на станциях Атбасар, Петропавловск и Павлодар.

**Ключевые слова:** осадки, тенденция, тренд, стандартное отклонение, асимметрия, эксцесс, весна, 1-я половина лета, 2-я половина лета.

A.M. Ashimakyn\* , A.K. Zheksenbaeva  
Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan, Almaty  
\*e-mail: akerke.ashimakyn@mail.ru

### Seasonal statistical structure of atmospheric precipitation during the warm period in Northern Kazakhstan

Since precipitation affects many sectors, in particular agriculture, economics, construction, energy, oil and gas industry, identifying precipitation trends, seasonal anomalies and obtaining reliable precipitation data is essential for long-term weather compilation. To this end, this article revealed the trend of seasonal changes in precipitation during the warm season at the meteorological stations Astana, Atbasar, Kokshetau, Kostanay, Petropavlovsk and Pavlodar in Northern Kazakhstan in the period from 1950 to 2020 and calculated the main statistical characteristics. The study found that in the northern region of Kazakhstan in the period from 1950 to 2020, the trend towards an increase in precipitation during the warm period increased at a rate of 0.2–11.2 mm every 10 years. In the northern region of Kazakhstan, the maximum amount of precipitation during the warm season varied within 60–208 mm at the stations under consideration and was recorded in July and August. The minimum amount of precipitation varies between 0.2–21 mm, most often observed in April and September. Among the stations where the trend towards an increase in the amount of precipitation in the 1st and 2nd half of summer was considered, at Pavlodar station it was high ( $\alpha=6$  mm/10 years). When determining the statistical structure in the north of Kazakhstan, the values of the kurtosis coefficient were observed above the critical values only in spring at Atbasar station, in the 1st half of summer at Atbasar and Pavlodar stations, in the 2nd half of summer at Atbasar, Petropavlovsk and Pavlodar stations.

**Key words:** precipitation, trend, standard deviation, asymmetry, excess, spring, 1st half of summer, 2nd half of summer.

#### Кіріспе

Атмосфералық жауын-шашынның көпжылдық таралу режимін зерттеу метеорологиядағы ең маңызды мәселелердің бірі болып табылады. Бұл метеорологиялық параметр негізгі климаттық сипаттама ретінде, оның басқа да элементтері сияқты маңызды түрде кеңістік пен уақыт бойынша өзгермелі келеді. Олардың орташа және аномалды шамаларының өзгермелілігі физика-географиялық жағдайлармен, жыл мерзімімен және атмосфера циркуляциясының ерекшеліктерімен байланысты болады (Андрусенко, 1985 : 67; Швер, 1976 : 283).

Атмосфералық жауын-шашын көптеген салаларға, әсіресе ауыл шаруашылығына айтарлықтай әсер етеді. Ауылшаруашылық дақылдары өнімділігінің артуы жылы мерзімдегі жауын-шашынға тікелей байланысты болады. Егер маусым айында жауын-шашын мөлшері жоғары болса, егіннің шығымдылығы мен бидайдың жоғары сапасын қамтамасыз етеді (Байшоланов, 1976 : 128).

Атмосфералық жауын-шашын әртүрлі масштабтағы атмосфералық циркуляция процестерінің өзара әрекеттесуінің нәтижесі болып табылады. Сонымен қатар, жер бедерінің биіктігі, пішіні мен бағыты, ірі ормандардың, су қоймаларының, өзен аңғарларының және т.б. болуы жауын-шашынның аумақ бойынша таралуына айтарлықтай әсер етеді. Сондықтан жауын-ша-

шынның уақыт бойынша таралуы кеңістікте айтарлықтай біртектілігімен сипатталады (Переведенцев, Наумова, 2008 : 288).

Атмосфералық жауын-шашын және олардың таралуын зерттеу, қарастырылған территорияның ауа райының негізгі сипаттамасы ретінде аса маңызды болып саналады. Таулы аймақтарды алмағанда, Қазақстан жауын-шашын аз түсетін аймаққа жатқызылады. Оның бірден-бір себебі, Қазақстанның Еуразия орталығында орналасуы, Атлантикалық ылғалды ауа массаларының аз келуі салдарынан. Солтүстік Қазақстан территориясы еліміздегі егін шаруашылығының маңызды аумағы болып табылады. Сондықтан, осы аумақтағы атмосфералық жауын-шашынның маусымдық құрылымын анықтау маңызды.

#### Зерттеудің мақсаты мен міндеті

Қазақстанның солтүстік өңірі еліміздің егіншілік ауданы болғандықтан, осы аймақтағы атмосфералық жауын-шашын мөлшерінің өзгеру тенденциясын, статистикалық құрылымын және маусымдық аномалияларының таралуын қарастыра отырып, аса ылғалды және тапшы кезеңдерін анықтау өзекті мәселе болып табылады. Сондықтан бұл зерттеу жұмысында Қазақстанның солтүстік өңіріндегі 1950–2020 жылдар аралығындағы жылы мезгілдегі атмосфералық жауын-шашынның маусымдық



статистикалық құрылымын зерттеу мақсатында келесі міндеттер қарастырылды:

1) Солтүстік Қазақстанда жылы мезгілдегі маусымдық жауын-шашынның заманауи өзгеру тенденциясын бағалау;

2) Солтүстік Қазақстанда жылы мезгілдегі маусымдық жауын-шашын алқабының кеңістік-уақыттық таралу заңдылықтарын айқындау және статистикалық сипаттамаларын талдау.

## Зерттеу нысаны, материалдары мен әдістері

Жұмыстың зерттеу аймағы болып, Қазақстанның солтүстік өңірі, оның ішінде Петропавл, Павлодар, Астана, Көкшетау, Атбасар және Қостанай станциялары саналады. 1-суретте зерттеу аймағының карта-схемасы көрсетілген.



1-сурет – Зерттелу аймағының карта-схемасы

Қазақстанның солтүстік өңірінің батыстан шығысқа қарай ұзындығы 1300 км, ал солтүстіктен оңтүстікке қарай – 600 км құрайды.

Қазақстанның солтүстік өңірі солтүстігінде Ресеймен шектеседі. Оның шекарасы Тобыл, Есіл, Обаған өзендерінің алабында, батыста Орал тауларының оңтүстік беткейлерінен, шығыста Ертістің жазық далаларына дейін орналасқан. Негізгі өзендеріне – Ертіс және оның екі сол саласы – Есіл мен Тобыл жатады (Утешев, 1959 : 367).

Бастапқы деректер ретінде Қазақстанның солтүстік өңіріндегі Петропавл, Павлодар, Астана, Көкшетау, Атбасар және Қостанай станциялары бойынша 1950-2020 жылдар аралығындағы жылы мезгілдегі (көктем, жаздың бірінші жартысы, жаздың екінші жартысы) жауын-шашынның айлық мөлшері қолданылды.

Бастапқы мәліметтер ретінде жауын-шашынның айлық мөлшері пайдаланылып, стандартты ауытқу, эксцесс және асимметрия коэффициенттері есептелді. Статистикалық сипаттамалардың есептеулері 1950-2020 жылдар аралығында Солтүстік Қазақстанның барлық зерттелген станциялары үшін жүргізілді.

Зерттеу барысында есептік, сандық, статистикалық негізгі әдістері қолданылды.

Жауын-шашын климатты болжау қызметтері мен қолданбалары үшін ең маңызды болып табылады. Зерттеудің бірнеше әдістері бар. Статистикалық әдістердің айқын артықшылығы – олар төмен есептеу шығындарын қамтиды (Ting Ding and Zongjian Ke, 2013 : 16)

## Зерттеу нәтижелері және талқылаулар

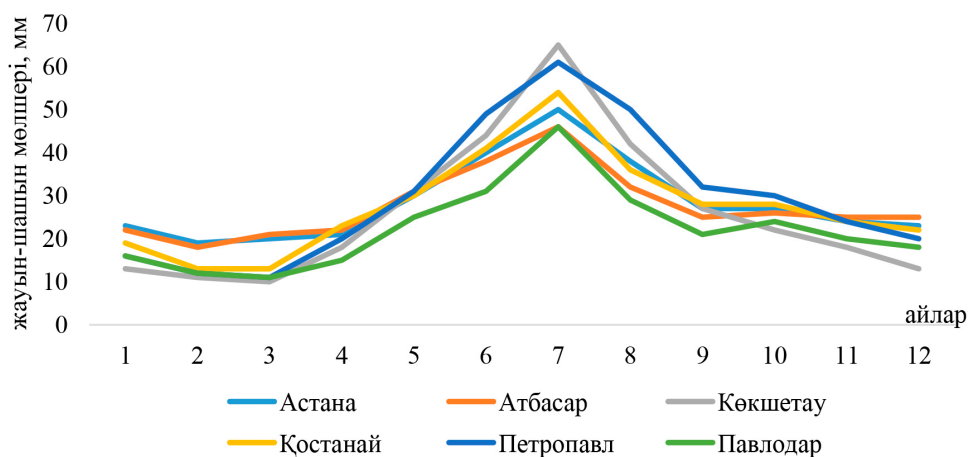
Атмосфералық жауын-шашын және олардың таралуын зерттеу, қарастырылған территорияның ауа райының негізгі сипаттамасы ретінде аса маңызды болып саналады. Таулы аймақтарды алмағанда, Қазақстан аумағы жауын-шашын аз түсетін аймаққа жатқызылады. Оның бірден-бір себебі, Қазақстанның Еуразия орталығында орналасуы, атлантикалық ылғалды ауа массаларының аз келуі салдарынан болады. Қазақстанның солтүстігінде жылына орта есеппен 270-360 мм жауын-шашын түседі, оның 60-80 % (191-273 мм) жазға келеді (Утешев, 1959 : 367).

Қазақстанның солтүстік облыстарындағы жауын-шашын мөлшері нормаларының уақытша

ауытқулары бір-біріне ұқсас: сәуірдегі минимумнан шілдеге дейін орташа айлық мөлшердің ұлғаюы, одан кейін қыркүйекке дейін төмендеуі және қазанда одан әрі өсуі байқалады. Қазақстанның солтүстігінде жауын-шашын мөлшері ең көп ай шілде, ал сәуірде жауын-шашын мөлшері аз. Бұл аймақтарда

күзге қарағанда көктемде жауын-шашын аз болады (Бегалиева, Боголюбова, 2013 : 13).

2-суретте Қазақстанның солтүстік өңірі бойынша көпжылдық мәліметтер бойынша (1891-2000 жж.) орташа айлық жауын-шашын мөлшерінің (мм) жүрісі көрсетілген.



2-сурет – Қазақстанның солтүстік өңірі бойынша орташа айлық жауын-шашын мөлшерінің (мм) жүрісі

2-суретте көрсетілгендей, Қазақстанның солтүстігіндегі станцияларда жауын-шашын мөлшерінің максимумы көбінесе жаз айларына сәйкес келеді. Жауын-шашынның минималды мәндері қаңтар-наурыз айларында байқалады.

Дала зонасының оңтүстігінде жауын-шашынның өсуі негізінен Қазақтың ұсақ шоқысы аймағында циклондар мен фронттардың жинақталуымен түсіндіріледі. Жауын-шашынның мөлшері мен түрінің таралуында Қазақстан маусымды сипатқа ие. Ол Артикадан келетін ауа массасының Атлант мұхиты мен Орта Азиядағы ауа массаларының әрекеттесуімен түсіндіріледі. Суық мерзімде суық және ылғалға тапшы арктикалық ауа массаларының енуі әсерінен жауын-шашын мөлшері 50-100 мм аралығында өзгереді. Ал жылы мерзімде барика-циркуляциялық жағдайлар жауын-шашынның көп түсуіне жағдай жасайды. Жылы мерзімде Қазақстанның солтүстік бөлігінде орташа алғанда 200-275 мм жауын-шашын түседі (Утешев, 1959 : 367).

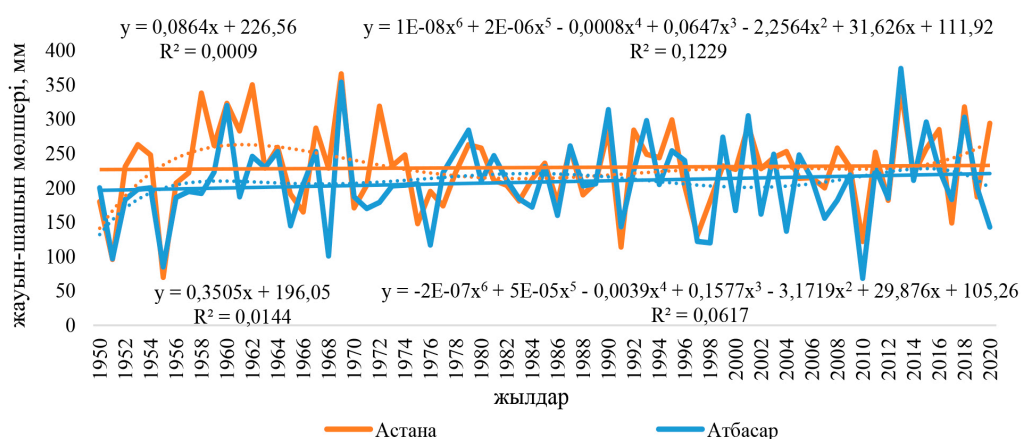
Қазақстанда орташа есеппен 1976-2020 жылдар аралығында жылдық жауын-шашын мөлшерінің әр 10 жылда 2,6 мм-ге ұлғаю тенденциясы байқалады. Жылдық жауын-шашынның ста-

статикалық маңызды өсуі Солтүстік Қазақстан және Ақмола облыстарында анықталды, онда трендтің жалпы дисперсияға үлесі 5–7 % құрады (Ежегодный бюллетень мониторинга состояния и изменения климата Казахстана, 2021).

Қазақстанның орографиялық және климаттық жағдайы әртүрлі болғандықтан жауынның аймақ бойынша таралуы біркелкі емес. Қазақстанның солтүстік аймағы өзінің орографиясымен ерекшеленетіндіктен, жауын-шашынның көпжылдық таралу динамикасын зерттеу қызығушылық тудырады (Жексенбаева, 2016 : 4).

Атмосфералық жауын-шашынның кеңістіктік біркелкі еместігін көптеген авторлар қарастырған. Жауын-шашын алқабының біртексіздігі ауқымды атмосфералық процестердің бірлескен әсерімен және төселме беттің табиғатымен, әсіресе күрделі рельефпен анықталады. Жұмыстарда ғылыми және практикалық тұрғыдан ең қызықты және маңызды нәтижелер алынды (Долгих, 2005 : 17).

3-суретте Қазақстанның солтүстік өңірінде 1950-2020 жылдар аралығындағы жылы мезгілдегі жауын-шашын мөлшерінің көпжылдық таралуы көрсетілген.



3-сурет – Қазақстанның солтүстік өңірінде 1950-2020 жж. жылы мезгілдегі жауын-шашын мөлшерінің таралуы

Жалпы, 1950-2020 жылдар аралығындағы жылы мезгілде Қазақстанның солтүстік өңіріндегі қарастырылған станцияларда жауын-шашынның максималды мөлшері 1990 жылы Көкшетау станциясында (437 мм) тіркелген, ал минималды мәні 1951 жылы Павлодар (58 мм) станциясында байқалған. Осы жоғарыда қарастырылған станцияларда 1950-2020 жж. жылы мезгілдегі тренд сызығы әр 10 жылда жауын-шашынның мөлшерінің 0,2-11,2 мм-ге аралығындағы өсу тенденциясын көрсетті.

Климатологиядағы көптеген практикалық мәселелерді шешу кейбір климатологиялық эле-

менттердің экстремалды мәндерін білуді талап етеді. Бұл әсіресе метеорологиялық немесе климаттық құбылыстардың жоғары немесе төмен мәндеріне сезімтал құрылымдарға қатысты. Мысалы, жауын-шашынның жоғары деңгейі және нәтижесінде ағынды сулардың көлемі ауыл шаруашылығына, бөгеттерге, су қоймаларына әсер етеді (Руководство по климатологической практике, 2018 : 168)

1-кестеде Қазақстанның солтүстік өңірі бойынша жылы мезгілдегі 1950-2020 жж. жауын-шашынның максималды және минималды мөлшері (мм) көрсетілген.

1-кесте – 1950-2020 жж. жауын-шашынның максималды және минималды мөлшері (мм)

| Станция   | Максималды мәндері |     |     |     |     |    |     | Минималды мәндері |     |     |    |   |     |    |
|-----------|--------------------|-----|-----|-----|-----|----|-----|-------------------|-----|-----|----|---|-----|----|
|           | айлар              |     |     |     |     |    |     | айлар             |     |     |    |   |     |    |
|           | 4                  | 5   | 6   | 7   | 8   | 9  | 10  | 4                 | 5   | 6   | 7  | 8 | 9   | 10 |
| Астана    | 63                 | 113 | 119 | 157 | 167 | 91 | 71  | 2                 | 1   | 0,8 | 5  | 1 | 0,9 | 3  |
| Атбасар   | 107                | 86  | 154 | 152 | 92  | 84 | 83  | 0,5               | 3   | 2   | 8  | 4 | 0,3 | 1  |
| Көкшетау  | 67                 | 60  | 110 | 195 | 114 | 76 | 77  | 0,9               | 2   | 2   | 21 | 3 | 2   | 6  |
| Қостанай  | 65                 | 91  | 124 | 147 | 101 | 78 | 104 | 0,5               | 2   | 4   | 6  | 3 | 0,3 | 3  |
| Петропавл | 56                 | 96  | 116 | 208 | 141 | 75 | 93  | 0,2               | 0,5 | 0,7 | 10 | 3 | 3   | 2  |
| Павлодар  | 39                 | 134 | 113 | 175 | 73  | 60 | 76  | 1                 | 2   | 2   | 1  | 4 | 0,8 | 3  |

1-кестеде көрсетілгендей, Қазақстанның солтүстік өңірі бойынша 1950-2020 жылдар аралығындағы жылы мезгілдегі жауын-шашын мөлшерінің максималды және минималды

мәндері берілген. Астана, Атбасар, Көкшетау, Қостанай, Петропавл және Павлодар станциялары бойынша жылы мерзімдегі жауын-шашын мөлшерінің максималды

мәндері 60 (Павлодар станциясы) пен 208 мм (Петропавл станциясы) аралығында өзгереді. Жауын-шашынның максималды мөлшері қарастырылып отырған станцияларда шілде айында байқалады. Ал жылы мезгілдегі жауын-шашынның минималды мәндері зерттеліп отырған станцияларда 0,2 (Петропавл станциясы) мен 21 мм (Көкшетау станциясы) аралығында өзгереді. Жауын-шашынның мини-

малды мөлшері көбінесе сәуір және қыркүйек айларында байқалады.

Солтүстік Қазақстанның қарастырылған станцияларындағы жауын-шашынның маусымдық мөлшерінің жүрісі көктем (наурыз, сәуір), жаздың 1-ші жартысы (мамыр, маусым) және жаздың 2-ші жартысы (шілде, тамыз) үшін климаттық нормамен салыстырылды және сызықтық трендтің көлбеу коэффициенттері (СТКК) қарастырылды (2-кесте).

2-кесте – 1950-2020 жж. жауын-шашынның орташа маусымдық мөлшері, климаттық норма және СТКК

| Станция   | Көктем              |                |      | Жаздың 1-ші жартысы |                |      | Жаздың 2-ші жартысы |                |      |
|-----------|---------------------|----------------|------|---------------------|----------------|------|---------------------|----------------|------|
|           | $\bar{R}_{ка}$ , мм | $\bar{R}$ , мм | СТКК | $\bar{R}_{ка}$ , мм | $\bar{R}$ , мм | СТКК | $\bar{R}_{ка}$ , мм | $\bar{R}$ , мм | СТКК |
| Астана    | 20,5                | 18,5           | 3,7  | 35                  | 35,2           | 1,8  | 44                  | 44,5           | 5,5  |
| Атбасар   | 21,5                | 17,8           | 3,2  | 34,5                | 32,7           | 1,5  | 39                  | 38,7           | 0,6  |
| Көкшетау  | 14                  | 15,2           | 0,9  | 37,5                | 34,7           | 0,7  | 53,5                | 56,5           | 1,7  |
| Қостанай  | 18                  | 19,5           | 3,2  | 35,5                | 37,4           | 2,5  | 45                  | 45,4           | 1    |
| Петропавл | 15,5                | 18,4           | 4    | 40                  | 38,2           | 0,6  | 55,5                | 54,8           | 0,9  |
| Павлодар  | 13                  | 14,2           | 1,5  | 28                  | 29             | 6    | 37,5                | 38,3           | 6    |

2-кестеде көрсетілгендей, Қазақстанның солтүстік өңірінде көктемде 1950-2020 жж. жауын-шашынның мөлшері Астана (2 мм), Атбасар (3,7 мм) станцияларында климаттық нормадан төмен, ал Көкшетау (1,2 мм), Қостанай (1,5 мм), Петропавл (2,9 мм) және Павлодар (1,2 мм) станцияларында жауын-шашын мөлшері климаттық нормадан жоғарылаған.

Жаздың 1-ші жартысында жауын-шашын мөлшері Атбасар (1,8 мм), Көкшетау (2,8 мм) және Петропавл (2,2 мм) станцияларында климаттық нормадан төмен болып, ал Астана станциясында 0,2 мм-ге, Қостанай станциясында 1,9 мм-ге, Павлодар станциясында 1 мм-ге жоғары болған.

Жаздың 2-ші жартысында Қазақстанның солтүстік өңірінде жауын-шашын мөлшері Атбасар және Петропавл станцияларында климаттық нормадан 1,7 және 0,7 мм-ге төмендеген. Астана (1,5 мм), Көкшетау (3 мм), Қостанай (0,4 мм) және Павлодар станцияларында жауын-шашын мөлшері климаттық нормадан жоғары.

1950-2020 жылдар аралығында сызықтық трендтің көлбеу коэффициенттері (СТКК) бойынша көктемде Қазақстанның солтүстік өңірінің батыс, солтүстік және оңтүстік аумақтарында жауын-шашын мөлшері айтарлықтай жоғары.

Көктемде жауын-шашын мөлшерінің ең тез жоғарылау жылдамдығы ( $\alpha=3,2-4$  мм/10 жыл) Қостанай, Петропавл, Астана және Атбасар станцияларында байқалады. Ал Көкшетау және Павлодар станцияларында жауын-шашын мөлшері аз жылдамдықпен ( $\alpha=0,9-1,5$  мм/10 жыл) өзгерген.

Жаздың 1-ші жартысында Қазақстанның солтүстік өңірінде жауын-шашын мөлшері Павлодар және Қостанай станцияларында біршама тез ( $\alpha=2,5-6$  мм/жыл) жылдамдықта өседі. Ал Астана, Атбасар, Көкшетау және Петропавл станцияларында өсу тенденциясы баяу ( $\alpha=0,6-1,8$  мм/10 жыл).

Жаздың 2-ші жартысында қарастырылып отырған аумақта жауын-шашын мөлшерінің өсу тенденциясы Астана және Павлодар станцияларында жоғары ( $\alpha=5,5-6$  мм/10 жыл) болса, Атбасар, Көкшетау, Қостанай және Петропавл станцияларында біршама төмен ( $\alpha=0,6-1$  мм/10 жыл) байқалған.

Жалпы, Солтүстік Қазақстанның табиғи-климаттық жағдайы ауылшаруашылық жұмыстарын жүргізуге және дамытуға айтарлықтай қолайлы. Ауыл шаруашылығының өндірістік мамандануы бойынша зерттеу аймағы дамыған бидай және астық өсіру аймағына жатады.

Сол себепті, жауын-шашын мөлшерін ескеру маңызды болып табылады.

Дәнді дақылдардың өнімділігі метеорологиялық жағдайларға айтарлықтай байланысты: оған вегетацияның бірінші жартысында жауған жауын-шашын көп әсер етеді (Мустафина, 2019 : 178).

Жауын-шашынның статистикалық мәліметтерін талдау оның уақыттық және кеңістіктік ерекшеліктерін сараптауға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, атмосфералық жауын-шашынның маусымдық статистикалық құрылымын толық зерттеу үшін маңызды болып табылады (Кобышева, 2008 : 336).

Жауын-шашынды болжауда логикалық және теориялық тұрғыда негізделген статистикалық сипаттамалар деп аталатын сандық көрсеткіштер қолданылады (Бижанова, Жексенбаева, Нысанбаева, 2016 : 101).

Жауын-шашынның маусымдық мөлшері бойынша орташа квадраттық ауытқу ( $\sigma$ ), асимметрия ( $A_S$ ) және эксцесс ( $E_x$ ) коэффициенттері есептелінді.

3-кестеде жауын-шашынның маусымдық мөлшерінің негізгі статистикалық сипаттамалары көрсетілген.

3-кесте – Жауын-шашынның маусымдық мөлшерінің негізгі статистикалық сипаттамалары

| Станция   | Көктем   |       |       | Жаздың 1-ші жартысы |       |       | Жаздың 2-ші жартысы |       |       |
|-----------|----------|-------|-------|---------------------|-------|-------|---------------------|-------|-------|
|           | $\sigma$ | $A_S$ | $E_x$ | $\sigma$            | $A_S$ | $E_x$ | $\sigma$            | $A_S$ | $E_x$ |
| Астана    | 18,8     | 0,5   | -0,4  | 30,8                | 0,4   | 0,4   | 48,9                | 0,5   | -0,4  |
| Атбасар   | 18,2     | 1,3   | 2,9   | 31,9                | 1     | 1,7   | 42,8                | 1,2   | 1,5   |
| Көкшетау  | 17,1     | 0,8   | 0,6   | 31,6                | 0,5   | -0,7  | 57,5                | 0,7   | -0,5  |
| Қостанай  | 18,3     | 0,2   | -0,6  | 36,5                | 0,6   | -0,5  | 40,6                | 0,9   | -0,1  |
| Петропавл | 18,1     | 0,5   | -0,3  | 33,9                | 0,5   | 0,2   | 42,9                | 1,1   | 2,5   |
| Павлодар  | 13,6     | 0,7   | 0,5   | 31,7                | 1,2   | 2,5   | 38,4                | 1,1   | 2,2   |

3-кестеге сәйкес, көктемде еліміздің солтүстігінде жауын-шашын мөлшерінің максималды өзгермешілігі Астана метеостанциясында (18,8 мм), ал минималды – Павлодар станциясында (13,6 мм) байқалады. Жаздың 1-ші жартысында орташа квадраттық ауытқу біршама жоғарылайды, максималды өзгермешілік Қостанай станциясында (36,5 мм), ал минималды өзгермешілік Астана станциясында (30,8 мм) бақыланады. Жаздың 2-ші жартысында орташа квадраттық ауытқу 38,4 және 57,5 шамасында өзгереді, сәйкесінше минималды Павлодар станциясында және максималды өзгермешілігі Көкшетау станциясына сәйкес келеді.

Көктемде Қазақстанның солтүстігінде асимметрия коэффициенті 0,2-1,3 аралығында өзгереді. Барлық қарастырылып отырған станцияларда оң таңбалы мәнге ие. Жаздың 1-ші және 2-ші жартысында қарастырылып отырған станцияларда асимметрия коэффициенті сәйкесінше 0,4-1,2 және 0,5-1,1 аралығында өзгереді, яғни барлық станцияларда жауын-шашынның таралуы күшті.

Эксцесс коэффициенті көктемде минус 0,6 мен 2,9 арасында ауытқиды. Астана, Қостанай және Петропавл станцияларында тегіс таралу, ал Атбасар, Көкшетау және Павлодар станцияларында үшкір төбелі таралу болған. Жаздың 1-ші жартысында минус 0,7 мен 2,5 арасында өзгереді, тек Көкшетау және Қостанай станцияларынан басқа барлық қалған станцияларда үшкір төбелі таралу байқалған. Жаздың 2-ші жартысында минус 0,5 мен 2,5 арасында өзгереді, Астана, Көкшетау және Қостанай станцияларында тегіс таралу, ал Атбасар, Петропавл және Павлодар станцияларында үшкір төбелі таралумен көрсетілген.

Қазақстанның солтүстігінде жылы мезгілде жауын-шашын мөлшерінің асимметрия және эксцесс коэффициенттерінің 5%-дық критикалық мәндері  $A_S=0,59$ ,  $E_x=0,84$  (Жексенбаева, 2017 : 64).

Қазақстанның солтүстігінде көктемде тек Атбасар станциясында, жаздың 1-ші жартысында Атбасар және Павлодар станциясында, жаздың 2-ші жартысында Атбасар, Петропавл және Павлодар станцияларында эксцесс коэффициентінің мәні критикалық мәннен жоғары.

## Қорытынды

Қазақстанның солтүстік өңіріндегі, яғни Астана, Атбасар, Көкшетау, Қостанай, Петропавл және Павлодар метеорологиялық станцияларында 1950-2020 жылдар аралығындағы жылы мезгілдегі атмосфералық жауын-шашынның маусымдық статистикалық құрылымын анықтау барысында, жауын-шашынның заманауи өзгеру тенденциясы бағаланып, кеңістіктік-уақыттық таралу заңдылықтары айқындалып, сонымен қатар статистикалық сипаттамалары есептеліп келесідей қорытындылар алынды:

– Қазақстанның солтүстік өңіріндегі қарастырылған станцияларда 1950-2020 жж. жылы мезгілдегі жауын-шашынның жылдық максималды мөлшері Көкшетау станциясында (437 мм), ал минималды мәні Павлодар (58 мм) станциясында тіркелген. Жауын-шашын мөлшерінің әр 10 жылда 0,2-11,2 мм-ге өсу тенденциясы байқалған.

– Қазақстанның солтүстік өңірінде жауын-шашынның жылы мезгілдегі макси-

малды мөлшері қарастырылып отырған станцияларда 60 мм (Павлодар станциясы) мен 208 мм (Петропавл станциясы) аралығында өзгеріп, сәйкесінше шілде және тамыз айларына сәйкес келеді. Жауын-шашынның минималды мөлшері көбінесе сәуір және қыркүйек айларында 0,2 (Петропавл станциясы) мен 21 мм (Көкшетау станциясы) аралығында өзгеріп отырған.

– Жалпы қарастырылған аумақ бойынша жауын-шашын мөлшерінің сызықтық трендінің көлбеу коэффициенттері жаздың 1-ші және 2-ші жартысында Павлодар станциясында жоғары ( $\alpha=6$  мм/10 жыл) болған.

– Қазақстанның солтүстігінде жауын-шашын мөлшерінің өзгеруінде үшкір төбелі таралумен көктемде тек Атбасар станциясында, жаздың 1-ші жартысында Атбасар және Павлодар станциясында, жаздың 2-ші жартысында Атбасар, Петропавл және Павлодар станцияларында эксцесс коэффициенті мәні критикалық мәннен жоғары.

## Әдебиеттер

- Андрусенко К.А. О распространении аномалий месячных отложений в Казахстане при различных типах атмосферных процессов // Труды КазНИГМИ. – 1985. – Вып. 92. – С. 67-71.
- Швер К.А. Атмосферные отложения на территории СССР. – Л.: Гидрометеоздат, 1976. – 283 с.
- Агроклиматические ресурсы Северо-Казахстанской области: научно-прикладной справочник / Под ред. С.С. Байшоланова – Астана, 2017. – 128 с.
- Климат Казахстана / Под ред. Утешева А.С. – Л.: Гидрометеоролог, 1959. – 367 с.
- Кобышева Н.В. Руководство по специализированному обслуживанию экономики климатической информацией, продукцией и услугами // Главная геофизическая обсерватория им. А.И. Воейкова, 2008. — 336 с.
- Жексенбаева А.К. Многолетние колебания осадков на севере Казахстана в XX – начале XXI века // Журнал «Молодой ученый» г. Казань, Россия №21 (125) ноябрь 1 – 2016 г.
- Жексенбаева А.К. Геоэкологические аспекты режима расчленения вегетационного периода Северного Казахстана. – Бишкек, 2017 г.
- Мустафина А.Б. Современные изменения климата и их природные и социально-экономические последствия для Республики Татарстан. – Казань, 2019 г.
- Балтабаева Д.Б., Боголюбова Е.В. Анализ статистических характеристик климатических параметров в Центральном Казахстане, в Акмолинской области // Вестник Казну. -2012. – №1 (34).- С.78 – 89.
- Ting Ding and Zongjian Ke A Comparison of Statistical Approaches for Seasonal Precipitation Prediction in Pakistan/ The Bulletin of the American Meteorological Society, 2013.-16.
- Долгих С.А. Об изменении климата Казахстана // Гидрология и экология. – 2005. – Вып. 4. – С. 6-23
- Руководство по климатологической практике, Всемирная метеорологическая организация, 2018. – 168.
- Жексенбаева А.К. Особенности распределения осадков в холодный период в Северном Казахстане 2010 – г.
- Бегалиева А.Б., Боголюбова Е.В. Особенности статистической структуры осредненных по площади месячных сумм осадков на севере и юге Казахстана // Гидрометеорология и экология. – 2013. – 13.
- Климатические условия и ресурсы Республики Татарстан / Под ред. Ю.П. Переведенцева, Э.П. Наумова. – Казань: Изд-во Казан. ун-та, 2008. – 288 с.
- Сальников В.Г., Турулина Г.К., Полякова С.Е., Долгих С.А. Особенности пространственно-временного распределения осадков в Казахстане // Вестник Казну. -2009. – Вып.2. (29). – С.70 – 77.
- Ежегодный бюллетень мониторинга состояния и изменения климата Казахстана: 2020 год // Республиканское государственное предприятие «Казгидромет», 2021.
- Бижанова А.Ж., Жексенбаева А.К., Нысанбаева А.С. Климатические Особенности распределения атмосферных осадков в Северном Казахстане // Вестник Казну. – 2016. – Вып.1.(42). – С. 101 – 106.
- Жексенбаева, А. К. Многолетние колебания осадков на севере Казахстана в XX – начале XXI в. / А. К. Жексенбаева // Молодой ученый. – 2016. – № 21 (125). – С. 241-245.
- Жексенбаева А.К. Қазақстанның шығыс өңірлеріндегі атмосфералық жауын-шашындардың көпжылдық таралу динамикасы // Вестник Казну. – 2019.

## References

- Andrusenko K. A. o rasprostraneni anomal'nyh mesjachnyh otlozhenij v Kazahstane pri razlichnyh tipah atmosferynyh processov [On the spread of monthly sediment anomalies in Kazakhstan under various types of atmospheric processes] // trud KazNIGMI. – 1985. – Vyp. 92. – s. 67-71.
- Shver K. A. Atmosfernye otlozhenija na territorii SSSR [Atmospheric deposits on the territory of the USSR]. – L.: Gidrometeoizdat, 1976. – 283 S.
- Agroklimaticheskie resursy Severo-Kazahstanskoj oblasti: nauchno-prikladnoj spravocnik [Agro-climatic resources of the North Kazakhstan region: scientific and applied reference] / Pod red. Bajsholanova S. S.-Astana, 2017. – 128 S.
- Klimat Kazahstana [Climate of Kazakhstan]/ Pod red. Utesheva A. S.-L.: Gidrometeorolog, 1959. – 367 S.
- Kobysheva N.v. Rukovodstvo po specializirovannomu obsluzhivaniju jekonomiki klimaticheskoj informaciej, produkciej i uslugami // Glavnaja geofizicheskaja observatorija im. A. I. Voejkova, [Guidelines for specialized maintenance of the economy with climate information, products and services // Main Geophysical Observatory named after A.I. Voejkov] 2008. – 336 S.
- Zheksenbaeva A. K. Mnogoletnie issledovanija osadkov na severe Kazahstana v HH-nachale HHI veka. [Long-term precipitation fluctuations in the north of Kazakhstan in the XX – early XXI century] Zhurnal “Molodoj uchenyj” g. Kazan', Rossiya №21 (125) nojabr' 1-2016 g.
- Zheksenbaeva A. K. Geojekologicheskie aspekty rezhima rasselenija vegetativnogo perioda Severnogo Kazahstana [Geoecological aspects of the settlement regime of the growing season of Northern Kazakhstan], Bishkek, 2017 g.
- Mustafina A. B. Sovremennye izmenenija klimata i ih prirodnye i social'no-jekonomicheskie posledstvija dlja Respubliki Tatarstan [Modern climate changes and their natural and socio-economic consequences for the Republic of Tatarstan], Kazan', 2019 g.
- Baltabaeva D. B., Bogoljubova E. V. Analiz statisticheskikh harakteristik klimaticheskikh parametrov v Central'nom Kazahstane, v Akmolinskoj oblasti [Analysis of statistical characteristics of climatic parameters in Central Kazakhstan, in Akmola region] // Vestnik Kaznu. -2012. – №1 (34).- S. 78-89.
- Ting Ding and Zongjian Ke A Comparison of Statistical Approaches for Seasonal Precipitation Prediction in Pakistan/ The Bulletin of the American Meteorological Society, 2013.-16.
- Dolgi S. A. Ob izmenenii klimata Kazahstana [On climate change in Kazakhstan] // Gidrologija i jekologija. – 2005. – Vyp. 4. – S. 6-23
- Rukovodstvo po klimatologicheskoj praktike, Vsesirnaja meteorologicheskaja organizacija [Guide to Climatological Practice, World Meteorological Organization], 2018.-168.
- Zheksenbaeva A. K. Osobennosti raspredelenija osadkov v holodnyj period v severnom Kazahstane 2010-g. [Features of precipitation distribution during the cold period in northern Kazakhstan 2010]
- Begalieva A. B., Bogoljubova E. V. Osobennosti statisticheskoj struktury srednih po ploshhadi mesjachnyh sumov osadkov na severe i jube Kazahstana [Features of the statistical structure of monthly precipitation averaged by area in the north and south of Kazakhstan] // Gidrometeorologija i jekologija, – 2013. – 13.
- Klimaticheskie uslovija i resursy Respubliki Tatarstan [Climatic conditions and resources of the Republic of Tatarstan]/ Pod red. Ju. P. Pereverdenčeva, Je. P. Naumova. – Kazan': Izd-vo Kazan. un-ta, 2008. – 288 s.
- Sal'nikov V. G., Turulina G. K., Poljakova S. E., Dolgi S. A. Osobennosti prostranstvenno-vremennogo raspredelenija osadkov v Kazahstane [Features of spatial and temporal distribution of precipitation in Kazakhstan]// Vestnik Kaznu. -2009. – Vyp.2. (29). – S. 70-77.
- Ezhegodnyj bjulleten' monitoringa sostojanija i izmenenija klimata Kazahstana: 2020 god [Annual bulletin of monitoring the state and climate change of Kazakhstan: 2020]// Respublikanskoe gosudarstvennoe predpriyatje «Kazgidromet», 2021.
- Bizhanova A.Zh., Zheksenbaeva A.K., Nysanbaeva A.S. Klimaticheskie Osobennosti raspredelenija atmosferynyh osadkov v Severnom Kazahstane [Climatic Features of precipitation distribution in Northern Kazakhstan] // Vestnik Kaznu. – 2016. – Vyp.1.(42). – S. 101 – 106.
- Zheksenbaeva A. K. Mnogoletnie issledovanija osadkov na severe Kazahstana v HH-v nachale HHI v.[ Long-term precipitation fluctuations in the north of Kazakhstan in the XX – early XXI century.] 2016 – g. 4-str. 3
- Zheksenbaeva A. K. dinamika mnogoletnego rasprostraneniya atmosferynyh osadkov v vostochnyh regionah Kazahstana [Dynamics of long-term distribution of atmospheric precipitation in the eastern regions of Kazakhstan] Vestnik Kaznu. – 2019.

**М.М. Махамбетова<sup>1\*</sup>**, **Н.Н. Абаев<sup>1,2</sup>**, **А.С. Нысанбаева<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Әл-Фараби ат. Қазақ Ұлттық университеті, Қазақстан, Алматы қ.

<sup>2</sup>«ҚАЗГИДРОМЕТ» РМК, Қазақстан, Алматы қ.

\*e-mail: miyuki\_shitsui@mail.ru

## АЛМАТЫ ҚАЛАСЫНДА РЕАНАЛИЗ МӘЛІМЕТТЕРІ БОЙЫНША МЕТЕОРОЛОГИЯЛЫҚ ПАРАМЕТРЛЕРДІҢ ВЕРТИКАЛЬДІ ТАРАЛУ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

Метеорологиялық элементтердің кеңістіктік таралуын қарастырғанда тек жер беті деңгейін ғана емес, сонымен қатар еркін атмосферадағы таралуын да ескеру керек. Метеошамалардың биіктік бойынша таралуының өзгерісін тәулік ішінде, сондай-ақ, айлық, жылдық және ғасырлық масштабта қарастыру аса маңызды. Метеорологиялық элементтерінің атмосферада вертикальді таралуын бақылау метеорологияның көптеген салаларында, мысалы, авиацияда, синоптикада, климатологияда кең қолданылатын ақпарат болып келеді. Оның ішінде, жаһандық климаттың өзгерісін зерттейтін салада елеулі үлесін қосатын дерек. Дегенмен, қазіргі таңдағы еркін атмосферада радиозондтық барлау жүргізетін станциялардың тым аз болуынан маңызды ақпаратпен қамту қажетті деңгейде жүріп жатқан жоқ. Сондықтан да, өткен ғасырдың 90-шы жылдарында осы мәселені шешу үшін шетел ғалымдары реанализ әдісін қолдана бастады. Мақалада Алматы қаласы бойынша ауа температурасы, салыстырмалы ылғалдылық және жел жылдамдығы метеорологиялық элементтерінің 2012-2019 жылдар аралығы үшін өзгеру тенденциясы бақыланды. Зерттеу нәтижесінде бақылау жүргізілген стандартты изобаралық беткейлерде (925-100 гПа) метеорологиялық шамалардың ERA5 реанализ арқылы алынған деректері радиозондылау ақпаратынан айырмашылықтары рұқсат етілген аралықта ауытқитындығы айқындалды. Ауа температурасы үшін реанализ бен радиозондылау ақпараттары арасындағы корреляциялық байланыс өте жақсы болды (0,9), салыстырмалы ылғалдылық пен жел жылдамдығы үшін де корреляциялық коэффициент жоғары болды (0,6-0,9). Үш метеошама үшін нормаланған ауытқу (НА) мен нормаланған орташа абсолютті қате (НОАҚ) биіктік бойынша 0,00-0,05 аралығында өзгерді. Ал нормаланған орташа квадраттық қате (НОКК) 0,00-0,26 аралығында болды. Зерттеу нәтижелері бойынша ERA5 реанализ мәліметтерін берілген аймақта метеорологиялық параметрлердің биіктік бойынша таралуын зерттеуде пайдалануға болатындығы анықталды.

**Түйін сөздер:** ауа температурасы, салыстырмалы ылғалдылық, жел жылдамдығы, корреляциялық байланыс, радиозонд, реанализ, ERA5.

M.M. Makhambetova<sup>1\*</sup>, N.N. Abaev<sup>1,2</sup>, A.S. Nysanbayeva<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan, Almaty

<sup>2</sup>RSE «KazHydroMet», Kazakhstan, Almaty

\*e-mail: miyuki\_shitsui@mail.ru

### Features of the vertical distribution of meteorological parameters according to reanalysis data on the example of the city of Almaty

When considering the spatial distribution of meteorological elements, it is necessary to take into account not only the level of the Earth's surface, but also the distribution in the free atmosphere. It is very important to consider the change in the distribution of meteorological elements by height during the day, as well as on a monthly, annual and secular scale. Observations of the vertical distribution of meteorological elements in the atmosphere are information widely used in many fields of meteorology, for example, in aviation, weather forecasting, climatology. In particular, it is used in the field of studying global climate change. However, at present, due to the too small number of stations conducting radiosonde exploration in the free atmosphere, the coverage of important information is not at the proper level. Therefore, in the 90s of the last century, foreign scientists began to use the method of reanalysis to solve this problem. The article traces the trend of changes in meteorological elements of temperature, relative humidity and wind speed in Almaty for the period from 2012 to 2019. As a result of the study, it was found that on standard isobaric slopes (925-100 hPa), where observations were carried out, the data of meteorological values obtained by ERA5 reanalysis diverge from the radiosounding information within acceptable limits. The correlation between the reanalysis and radiosounding data was ideal for air temperature (0.9), and the correlation coefficient was high for both relative humidity and wind speed (0.6-0.9).



For three weather conditions, the normalized deviation (NO) and the normalized average absolute error (NSAO) varied in the range of 0.00-0.05 in height. And the normalized mean square error (NSC) was in the range of 0.00-0.26. According to the results of the study, it was found that the ERA5 reanalysis data can be used to study the distribution of meteorological parameters by height in a given area.

**Key words:** air temperature, relative humidity, wind speed, correlation, radiosonde, reanalysis, ERA5.

М.М. Махамбетова <sup>1\*</sup>, Н.Н. Абаев <sup>1,2</sup>, А.С. Нысанбаева <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Казахстан, г. Алматы

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

\*e-mail: miyuki\_shitsui@mail.ru

### Особенности вертикального распределения метеорологических параметров по данным реанализа на примере города Алматы

При рассмотрении пространственного распределения метеорологических элементов следует учитывать не только уровень поверхности Земли, но и распределение в свободной атмосфере. Очень важно рассмотреть изменение распределения метеозаэlements по высоте в течение суток, а также в месячном, годовом и вековом масштабах. Наблюдения за вертикальным распределением метеорологических элементов в атмосфере представляют собой информацию, широко используемую во многих областях метеорологии, например, в авиации, синоптике, климатологии. В том числе, ее используют в сфере по изучению глобального изменения климата. Тем не менее, в настоящее время из-за слишком малого количества станций, ведущих радиозондовую разведку в свободной атмосфере, охват важной информацией не идет на должном уровне. Поэтому в 90-х годах прошлого века для решения этой проблемы зарубежные ученые начали использовать метод реанализа. В статье прослежена тенденция изменения метеорологических элементов температуры, относительной влажности и скорости ветра по г. Алматы за период с 2012 по 2019 годы. В результате исследования установлено, что на стандартных изобарных склонах (925-100 гПа), где проводились наблюдения, данные метеорологических величин, полученные реанализом ERA5, расходятся с информацией радиозондирования в допустимых пределах. Корреляционная связь между данными реанализа и радиозондирования была идеальной для температуры воздуха (0,9), а корреляционный коэффициент был высоким как для относительной влажности, так и для скорости ветра (0,6-0,9). Для трех метеорологических нормированных отклонений (НО) и нормированной средней абсолютной ошибки (НСАО) изменялись в пределах 0,00-0,05 по высоте. А нормированная средняя квадратическая ошибка (НСКО) находилась в пределах 0,00-0,26. По результатам исследования установлено, что данные реанализа ERA5 могут быть использованы при исследовании распределения метеорологических параметров по высоте в заданной области.

**Ключевые слова:** температура воздуха, относительная влажность, скорость ветра, корреляционная связь, радиозонд, реанализ, ERA5.

### Кіріспе

Қазіргі таңда жер бетінде аэрологиялық станцияларымен қамтамасыз етілуі нашар болғандықтан, сондай-ақ, бар станциялардағы ақпараттың толық болмауынан көптеген ғалымдар еркін атмосфераны зерттеулерінде түрлі реанализ модельдерін қолдануда.

Алғашқы реанализге ұқсас ақпараттарды талдау әдісі ECMWF (European Centre for Medium-Range Weather Forecasts) және GFDL (Geophysical Fluid Dynamics Laboratory) зерттеу орталықтарында жүргізілді. Жаһандық деректерді талдау тез дами бастады, сонымен бірге болжамдардың сапасы да жақсарды. NCEP (National Centers for Environmental Prediction) өзінің алғашқы реанализ моделін жасаған кезде соған параллельді ECMWF зерттеу орталығы өзінің

алғаш ERA-15 реанализ моделін келтірген болатын (Uppala, Dee1, Kobayashi, Simmons, 2008: 2).

Метеорологиялық деректерді зерттеу ортасында реанализ модельдерінің ақпаратты қамтамасыз етуі толығымен қателіксіз деп айту қиынға түседі. Алайда, реанализ модельдері күнен күнге дамып келе жатыр және олардың көптеген түрлері өзіндік тиімді және тиімсіз қасиеттеріне ие. NCEP және ERA реанализдері климаттық модельдерді тексеру үшін жиі қолданылатын деректер жиынтығы болып келеді (Thompson, Cole, Shen, Tudhope, Meehl, 2015: 118).

Метеорологиялық ақпараттың базасы ретінде көбінесе ERA-Interim, CFSR, NCEP, ERA-Clim секілді атмосфералық реанализ модельдері алынады (Galabov, 2020: 1).

А.В. Шимарин, Ю.П. Переведенцев, М.В. Сабирова авторларының жұмысында радио-

зондылау мәліметімен қоса үш түрлі реанализ моделі қолданылған. Бұлар Era-interm, NCEP/NCAR және NCEP/DOE реанализ модельдері болып келеді. Зерттеу барысында үш ақпарат көзі салыстырылып, ең біркелкі және радиозонд мәліметіне сәйкес келетін модель, яғни Era-Interm реанализі анықталынды (Шимарин, Перевенцев, Сабирова, 2019: 5).

Зерттеуге арналған ақпараттар базасын таңдау маңызды болғандықтан, шетел ғалымдардың реанализ модельдері салыстырылған жұмыстары қарастырылды. Эрэсанья Е.О. және Гуан И. авторларының жұмысында ERA-5 және NCEP-2 реанализдері салыстырылды. Нәтижесінде, ERA-5 те, NCEP-2 де Үнді, Тынық мұхиты және Атлант мұхиттарындағы орташа маусымдық өзгерістерді анықтады. Авторлардың айтуы бойынша екі реанализдің қателіктері ұқсас болды және ақпаратпен қамтуы бірдей (Eresanya, Guan, 2021: 14).

Ал келесі мақалада ғалымдардың зерттеуі бойынша ERA-Interim реанализі ауа температурасы, жел жылдамдығы және жауын-шашын секілді метеорологиялық шамалар үшін континентальді масштабта қамтуы NCEP-NCAR реанализіне қарағанда жақсырақ екенін айтты. Бірақ, жалпы алғанда екі модельдің ұқсастығын байқап, екі реанализ моделі бірін-бірі алмастыра алатынын айтты (Fu, Charles, Timbal, Jovanovic, Ouyang, 2015: 19).

Мексиканың үстіндегі желді зерттеу жұмысында үш реанализ модельдері ERA5, ERA-Interim және MERRA-2 салыстырылды. Жұмыста ERA5 реанализінің моделі арқылы алынған ақпарат радиозондылау ақпаратымен салыстырғанда жоғары корреляциялық байланысын көрсетті деп жазылады, бірақ та жоғары корреляция болғанымен Мексика ауданы бойынша үлкен ауытқушылықты да көрсететіні айтылды. Ал қалған екі реанализ моделі ондай жоғары корреляциялық байланысты көрсетпесе де, ауытқушылығы да ондай үлкен болған жоқ деп жазады (Thomas, Nicolau, Martinez-Alvarado, Drew, Bloomfield, 2021: 12).

ERA5 пен MERRA2 реанализ модельдерін салыстырған кезде, ERA5 реанализінің ақпараты мен энергияның туындауы арасындағы корреляциялық байланыс 0,87, ал MERRA2 реанализі үшін 0,80 тең екені көрсетілді (Лубков, Сухонос, 2020: 2). Сонымен, түрлі шетелдік зерттеулерге сүйенсек, ең жақсы нәтижелер мен кең қамту аймағына ие болып ERA5 реанализ моделін санауға болады.

Берілген жұмыстың мақсаты Алматы қаласында нақты радиозондылау ақпараты мен еркін атмосфераның болжамдық моделінің, яғни ERA5 реанализ ақпараттарын қолданып тропосферада метеорологиялық элементтердің вертикальді таралу ерекшелігін салыстыру және бағалау болып келеді.

### Бастапқы мәліметтері мен әдістері

Зерттеу жұмысында Алматы қаласының (43°15.402', 76°55.716') метеорологиялық элементтерінің 2012-2019 жылдар аралығындағы уақыт қатарлары үшін статистикалық параметрлерін салыстырмалы талдау жасалынды. Статистикалық талдау үшін қолданылған бастапқы деректер [weather.uwo.edu](http://weather.uwo.edu) және [corremicus.eu](http://corremicus.eu) сайттарынан алынды.

**Радиозондылау мәліметі.** Алматы қаласының радиозондылау ақпараты келесі сайттан алынды: <http://weather.uwo.edu>.

Вайоминг университетінің радиозондылау мәліметінің архивінде он аймақ бойынша тәулігіне екі рет жасалынған бақылау ақпаратын береді. Ол аймақтарға Солтүстік Америка, Оңтүстік Америка, Оңтүстік Тынық мұхиты, Жаңа Зеландия, Антарктика, Арктика, Еуропа, Африка, Солтүстік-Шығыс Азия мен Орта Азия жатады. Бұл архивте стандартты изобаралық беттіктердегі және ерекше нүктелер деңгейлеріндегі қысым, ауа температурасы, ылғалдылық, жел жылдамдығының зоналды және меридианалды көрсеткіштерінің алқаптарына бақылау мәліметтері сақталған (<http://weather.uwo.edu>).

Зерттеуге арналған бастапқы мәлімет ретінде Алматы аэрологиялық станциясынан алынған ауа температурасы, салыстырмалы ылғалдылық және желдің жылдамдығының қатары алынды. Зерттеуде 2012-2019 жылдар аралығында 8 изобаралық беттіктердегі лездік бақылау (00 сағ. мен 12 сағ.) ақпараты қолданылды.

**Реанализ мәліметі.** Бастапқы мәлімет ретінде ERA5 жаһандық климатының атмосфералық реанализ массиві қолданылады. Есептеулер 2012-2019 жылдар кезені үшін 925 гПа-дан 100 гПа аралығындағы 8 изобарикалық беттіктерде жүргізілді.

ERA5 заманауи жаһандық атмосфералық реанализ болып табылады және оны Еуропалық орта мерзімді ауа райы болжамдарының орталығы (ECMWF) шығарады. ERA-5 өнімі тор түйіндерінің градустық ажыратымдылығында әрекет ету мүмкіндігіне ие (0,25° × 0,25° ажыратымдылық) (Полонский, Бейцер, 2021: 1).

ERA5 атмосфералық, жер беті және мұхиттық климаттық айналымының көбісіне әр сағат сайын баға беріп отырады. Бұл ақпараттар Жер шарын 30-километрлік тормен жауып, жер бетінен 80 км биіктікке дейінгі 137 деңгейлерді қамтиды. ERA5 массивінде барлық азайтылған кеңістіктік және уақыттық ажыратылымдылығы бар айналымылар үшін белгісіздіктер туралы мәліметтері табылады. ERA5 1950 жылдан бастап бүгінгі күнге дейінгі ақпаратпен қамтамасыз етеді (<https://www.ecmwf.int/en/forecasts/datasets/reanalysis-datasets/era5>).

ECMWF зерттеу орталығының шығаратын реанализ модельдерінің даму барысында төртінші буыны ERA-Interim және бесінші буыны ERA5 ең соңғы түрлері болып келеді. Қазіргі кезде ERA-Interim реанализ моделі ескіріп, дамуын тоқтатты. Оның орнына ERA5 реанализ моделі келді (Hersbach, Bell, Berrisford, et al., 2020: 3).

ERA5 тропопаузасының ай сайынғы стандартты ауытқулары ERA-Interim-ге қарағанда 60%-ға көп, ал тропопаузаның ай сайынғы стандартты ауытқулары 30%-ға көп екені анықталды. ERA5 реанализінің тропопаузасының биіктігі мен температурасы бойынша мұндай нәтижелері шынайы болып келеді. Осы зерттеуде ERA5 ERA-Interim-ге қарағанда бірінші және екінші тропопаузаның биіктігін екі негізгі деректер жиынтығына қатысты бағалау кезінде жақсы көрсеткіштерді көрсетеді (Hoffmann, Spang, 2021: 33).

ERA5 реанализінің мәліметінде негізделген жұмыстарда реанализ ақпараты мен зондылау ақпаратының арасында жақсы байланыс көрінді, әсіресе корреляция коэффициенті күзгі мерзімде максималды мәндеріне ие болды (Ариунсолонго, Жамбажамц, Монхцэцэг, 2021: 4).

Бұл жұмыста ауа температурасының, жел жылдамдығы және салыстырмалы ылғалдылықтың орташа айлық мәндердің бағалау үшін үш көрсеткіш есептеледі: нормаланған ауытқулар (NBIAS), нормаланған орташа абсолютті қате (NMAE) және нормаланған орташа квадраттық қате (NRMSE). Бұл көрсеткіштер төмен корреляциялық байланыстың қателерін және жоғары ауытқуды бір статистикаға тиімді біріктіретін индикатор болып келеді. Оларды келесі формулалар арқылы есептеледі:

$$NBIAS = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^N \frac{\bar{X}_{pa}(t) - \bar{X}_{pz}(t)}{\bar{Y}_{pz}}, \quad (1)$$

$$NMAE = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^N \left| \frac{\bar{X}_{pa}(t) - \bar{X}_{pz}(t)}{\bar{Y}_{pz}} \right|, \quad (2)$$

$$NRMSE = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{t=1}^N \left( \frac{\bar{X}_{pa}(t) - \bar{X}_{pz}(t)}{\bar{Y}_{pz}} \right)^2} \quad (3)$$

мұндағы,  $\bar{X}_{pa}$  – реанализ мәліметі бойынша метеорологиялық параметрлердің әр айының орташа мәні;

$\bar{X}_{pz}$  – радиозондылау арқылы алынған метеорологиялық параметрлердің әр айының орташа мәні;

$\bar{Y}_{pz}$  – радиозондылаудан алынған метеорологиялық параметрлердің орташа жылдық мәні.

Реанализ архивы негізінде алынған жел параметрының көрсеткіштерін SI жүйесіне келтіру үшін келесі тендеу қолданылды:

$$W_{ж} = \sqrt{U^2 + V^2} \quad (4)$$

мұндағы,  $U$  – желдің зоналды көрсеткіші;

$V$  – желдің меридионалды көрсеткіші;

$W_{ж}$  – жел жылдамдығы болып табылады (Tetzner, Thomas, Allen, 2019: 5).

Сонымен қатар, реанализ бен радиозонд ақпараттарының арасындағы байланысты тексеру үшін Пирсонның (R) сызықтық корреляциясы статистикалық есептеулер қосылды. Корреляция немесе корреляциялық байланыс – екі немесе одан да көп кездейсоқ шамалардың статистикалық байланысы (немесе белгілі бір рұқсат етілген дәлдік деңгейімен осындай деп санауға болатын шамалар) (Саадалов, Мырзаibraимов, Абдуллаева, 2021: 2).

### Нәтижелері мен талдау

Қазіргі таңда жер бетінде аэрологиялық станцияларымен қамтамасыз етілуі нашар болғандықтан, сондай-ақ, бар станциялардағы ақпараттың толық болмауынан көптеген ғалымдар еркін атмосфераны зерттеулерінде түрлі реанализ модельдердің мәліметтерін қолдануда.

Климаттың өзгерісін зерттеген жұмыста Солтүстік жарты шардағы жер беті температурасының 1850-2014 жылдар аралығында ауа температурасының өсу және төмендеу мерзімдері анықталды. Соңғы он жылдық бүкіл сенімді метеорологиялық ақпарат жиналған жылдар ішінде ең жылы болып анықталды. Ауа температурасының орташа жылдық мәнінің

аномалиясының максимумына 2005 ж. (0,719 °C), 2010 ж. (0,713 °C) және 2014 ж. (0,750 °C) жетті. Казань станциясының 1828-2014 жылдар мәліметтерінің анализі ауа температурасының жылдық орташа мәні 4°C артқан және бұл өзгерістердің жартысы жаһандық факторлармен түсіндіріледі (Переведенцев, Шанталинский, 2015: 12).

Зерттеудің мақсаты болып негізгі метеорологиялық көрсеткіштердің биіктік бойынша таралуын және реанализ бен радиозонд мәліметтерінің сенімділігін қарастыру.

Температура – ортаның немесе бөлек дененің жылулық сипаттамасы, барлық түрдегі термометр арқылы бақыланады және белгілі бір температуралық шкала арқылы өлшенеді. Температура Халықаралық тәжірибелік шкала бойынша Цельсий градусымен есептеледі. (Тихонов, 2011: 19).

Алматы қаласындағы осы уақыт аралығындағы ауа температурасының статистикалық есептеулері келесі кестеде берілген (1-кесте).

**1-кесте** – Тропосферадағы ауа температурасы үшін алынған радиозондылау және ERA5 реанализ мәліметтеріне статистикалық талдау

| Изобаралық беттік, гПа | 00 уақыт         |      |                  |      | (P3-ERA5)   | 12 уақыт         |      |                  |      | (P3-ERA5)   |
|------------------------|------------------|------|------------------|------|-------------|------------------|------|------------------|------|-------------|
|                        | Радиозонд        |      | ERA5             |      |             | Радиозонд        |      | ERA5             |      |             |
|                        | T <sub>орт</sub> | σ    | T <sub>орт</sub> | σ    |             | T <sub>орт</sub> | σ    | T <sub>орт</sub> | σ    |             |
| 925                    | 6,8              | 10,2 | 10               | 10,9 | <b>-3,2</b> | 14,5             | 13,8 | 13,9             | 12,8 | <b>0,6</b>  |
| 850                    | 8,7              | 10,2 | 8,7              | 9,8  | <b>0</b>    | 10,1             | 11   | 9,7              | 10,5 | <b>0,4</b>  |
| 700                    | -0,7             | 7,9  | -1,3             | 7,7  | <b>0,6</b>  | -0,4             | 8,2  | -1               | 7,9  | <b>0,5</b>  |
| 500                    | -18,8            | 7    | -18,9            | 7    | <b>0,1</b>  | -18,5            | 7,1  | -18,4            | 7,1  | <b>0,1</b>  |
| 400                    | -30,5            | 7    | -30,9            | 7    | <b>4</b>    | -30,2            | 7,3  | -30,6            | 7,1  | <b>0,4</b>  |
| 300                    | -45,4            | 6,9  | -45,9            | 6,7  | <b>0,5</b>  | -45              | 7    | -45,7            | 6,9  | <b>0,7</b>  |
| 200                    | -56,1            | 6,9  | -56,1            | 6,6  | <b>0</b>    | -56              | 6,9  | -56,4            | 6,5  | <b>0,4</b>  |
| 100                    | -60              | 3,2  | -60,2            | 2,8  | <b>0,2</b>  | -60              | 2,9  | -57,7            | 2,7  | <b>-2,3</b> |

1-кестеде көрсетілгендей, ауа температурасының нақты шамасы биіктік бойынша азаяды, жер бетінде шамамен 7-9 °C-тан тропопауза деңгейіне жақындағанда -60 °C-қа тең болды.

Нақты радиозондылау арқылы алынған ақпаратты болжанған ақпаратпен салыстыратын болсақ, екіншісінің таралуы эмпирикалық мәнінің таралуына ұқсас екенін көруге болады. Әсіресе, 850-200 гПа деңгелерінің аралығында берілген шамалардың арасындағы айырмашылық ±0,6 °C-тан аспайды. Бірақ, жер бетіне жақын деңгейде және 100 гПа деңгейіне жақын аумақта айырмашылығы өсетінін көруге болады.

Радиозонд пен реанализ мәліметтері арасындағы ауытқулары таңертенгі сағаттарда (ОГУ 00) 0,0 °C -тан -3,2 °C аралығында өзгереді, ең үлкен айырмашылығы жер бетіне жақын деңгейінде, яғни 925 гПа-да -3,2 °C құраған. Күндізгі уақытта (ОГУ 12) -2,3 °C пен 0,7 °C аралығында өзгереді. Яғни ең үлкен айырмашылығы 100 гПа деңгейінде -2,3°C-қа дейін жетеді.

Орташа квадраттық ауытқуы радиозонд және ERA5 климаттық базасы бойынша 2,7-13,8 аралығында өзгереді және жерге жақын деңгейлерінде орташа квадраттық ауытқу үлкен мәндеріне тең болады, ал биіктеген сайын мәні азаяды.

Ауа температурасының реанализ моделімен алынған шамаларының жер бетіне жақын қабатта және 100 гПа деңгейінде салыстырмалы түрде қатты ауытқуы жер бетінің орографиялық біртексіздігінен және 100 гПа деңгейіне жақын аумақта өтпелі қабат тропопаузаның орналасуымен түсіндіруге болады. Яғни, әлі де реанализ моделі ауа температурасына әсер ететін барлық факторларды ескере алмайды.

Салыстырмалы ылғалдылық (f) деп су буының парциальді (нақты) қысымының сол температурадағы қанығу қысымына қатынасын айтады (Матвеев, 1984: 50). Келесі қарастырылған метеорологиялық шама болып салыстырмалы ылғалдылық (2-кесте) алынды.

**2-кесте** – Тропосферадағы салыстырмалы ылғалдылық үшін алынған радиозондылау және ERA5 реанализ мәліметтеріне статистикалық талдау

| Изобаралық беттік, гПа | 00 уақыт  |    |      |    | (P3-ERA5) | 12 уақыт  |    |      |    | (P3-ERA5) |
|------------------------|-----------|----|------|----|-----------|-----------|----|------|----|-----------|
|                        | Радиозонд |    | ERA5 |    |           | Радиозонд |    | ERA5 |    |           |
|                        | f         | σ  | f    | σ  |           | f         | σ  | f    | σ  |           |
| 925                    | 81        | 14 | 57   | 20 | 24        | 54        | 24 | 46   | 23 | 8         |
| 850                    | 55        | 23 | 49   | 22 | 6         | 49        | 23 | 45   | 23 | 4         |
| 700                    | 53        | 25 | 53   | 26 | 0         | 51        | 24 | 51   | 25 | 0         |
| 500                    | 54        | 28 | 52   | 31 | 2         | 50        | 26 | 56   | 31 | -6        |
| 400                    | 49        | 25 | 54   | 32 | -5        | 46        | 24 | 56   | 31 | -10       |
| 300                    | 47        | 22 | 61   | 32 | -14       | 43        | 20 | 63   | 31 | -20       |
| 200                    | 41        | 20 | 30   | 28 | 11        | 36        | 18 | 33   | 29 | 3         |
| 100                    | 33        | 17 | 5    | 2  | 27        | 29        | 16 | 5    | 2  | 24        |

2 кестеде, Алматы қаласының үстінде салыстырмалы ылғалдылықтың эмпирикалық көрсеткіштер мен реанализ көрсеткіштерінің көпжылдық орташа таралуы берілген. Радиозондылау ақпаратымен реанализ моделі арқылы алынған ақпаратты салыстыратын болсақ, таңертенгі уақытта ауытқушылығы -5%-тен 24% жетеді, яғни көп жағдайда радиозонд мәліметтері салыстырмалы түрде үлкенірек мәндерді көрсетеді. Күндізгі уақытта ауытқу мәндері төменірек, бірақ сонымен қатар, радиозондылау мәліметтердің ERA5 базасымен салыстырғанда төмендетілген де, көбейтілген де көрсеткіштерге ие болады. Сонымен қатар, көрсеткіштердің таралуында қандай да бір заңдылықтар айқындалмайды.

Радиозондылау арқылы алынған ақпараттан реанализдің нәтижесінде алынған мәліметтің айырмашылығы жер бетіне жақын қабатта және 300-100гПа деңгейлерінде қатты байқалады, және өзгешеліктің мәні  $\pm 10-30\%$ . Ал осы қабаттардың арасында нақты ақпараттан өзгешелік  $\pm 5\%$ -ды құрайды. Жалпы алғанда, жер бетінен шамамен 300-200 гПа дейін реанализ массивінің нәтижесі

радиозондтық барлауды жақсы қайталайды.

Салыстырмалы ылғалдылықты реанализ моделі нақты ақпаратпен салыстырғанда жер бетінен 700 гПа дейін азайтып көрсетеді, ал 500-300 гПа аралығында сәл өсіріп көрсетеді. Жалпы алғанда, салыстырмалы ылғалдылық болжауға қиын метеорологиялық шама болып келеді, өйткені ол көптеген факторларға бағынышты. Сондықтан да реанализ бен радиозонд мәліметтерінің арасындағы мұндай айырмашылық бақыланады.

Метеорологиялық шаманың маңызды көрсеткіштерінің бірі жел жылдамдығы болып табылады. Жел жылдамдығы векторлық шама болып келеді, ол ауа бөлшегінің бір жерден екінші жерге орын ауыстыру қабілеттілігін көрсетеді. Жел жылдамдығы биіктік бойынша өседі және жер бетінен жоғарылаған сайын изобаралармен параллель жылжи бастайды (Байшоланов, 2000: 50).

Келесі кестеде жел жылдамдығының Алматы АС-да алынған барлау ақпараты мен реанализ мәліметі үшін статистикалық ақпарат берілген(3-кесте).

**3-кесте** – Тропосферадағы жел жылдамдығы үшін алынған радиозондылау және ERA5 реанализ мәліметтеріне статистикалық талдау

| Изобаралық беттік, гПа | 00 уақыт |     |      |   | (P3-ERA5) | 12 уақыт |      |      |   | (P3-ERA5) |
|------------------------|----------|-----|------|---|-----------|----------|------|------|---|-----------|
|                        | Радио-д  |     | ERA5 |   |           | Радио-д  |      | ERA5 |   |           |
|                        | V        | σ   | V    | σ |           | V        | σ    | V    | σ |           |
| 925                    | 2,8      | 1,7 | 3,50 | 2 | -0,7      | 2        | 1,06 | 4    | 2 | -2        |

Кестенің жалғасы

|     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 850 | 4,5  | 2,5  | 4    | 2,6  | 0,5  | 4,6  | 2,8  | 3,9  | 2,4  | 0,7  |
| 700 | 6,4  | 3,8  | 5,9  | 3,8  | 0,5  | 3    | 1,9  | 6    | 3,8  | 1    |
| 500 | 13,6 | 7,1  | 13,6 | 7    | 0    | 13,6 | 7    | 17,7 | 8,7  | -4,1 |
| 400 | 17,3 | 8,9  | 17,5 | 8,7  | -0,2 | 17,4 | 8,8  | 17,7 | 8,7  | -0,3 |
| 300 | 22   | 11   | 22,5 | 10,9 | -0,5 | 22,6 | 11,1 | 22,9 | 11   | -0,3 |
| 200 | 26   | 12,5 | 26,3 | 11,2 | -0,3 | 26,2 | 11,3 | 26,7 | 11,3 | -0,5 |
| 100 | 20,7 | 7,34 | 20,9 | 7,35 | -0,2 | 21,8 | 7,9  | 21   | 7,2  | 0,8  |

3 кестеде, 00 уақыт үшін реанализ архивінің деректері радиозондылау деректерінен кішкентай ауытқуларға ие, шамамен 0-0,5 м/с. Бұл ERA5 реанализінің Алматы қаласы үшін жел жылдамдығын тропосферада жақсы анықтайтындығын көрсетеді.

Орташа квадраттық ауытқу секілді статистикалық мәлімет үшін де таралу тенденциясы екі ақпарат көздерінде ұқсас, және реанализ массивінің мәліметтерінің біркелкілігін байқауға болады.

00 уақытқа қарағанда 12 уақытта реанализ бен радиозонд ақпараттары сәйкестігі азырақ болып келеді, айырмашылығы шамамен 0,5-1 м/с-ке

дейін өсті. Ал жер бетіне жақын қабатта реанализ массивінде болжанған жел жылдамдығы нақты шамадан 2 м/с-ке көп екенін, яғни метеошаманы екі есе асырып көрсетіп отыр. 500 гПа деңгейінде де ауытқушылық үлкен, және реанализ массиві жел жылдамдығын 4,1 м/с-ке өсіріп болжады. Мұндай ауытқушылық, орографиялық факторға байланысты және 500 гПа биіктігінде жылғалы ағысының өтуінен болады. Сонымен, ERA5 реанализ массиві жел жылдамдығын жақсы көрсетеді деп айтуға болады.

Зерттеудің мақсатына сәйкес екі ақпарат көздерінің метео шамаларының корреляциялық байланысы қарастырылды (4-кесте).

**4-кесте** – Тропосферадағы метеорологиялық элементтердің нақты және ERA5 реанализ арқылы алынған шамалары арасындағы корреляциялық коэффициент

| Изобаралық беттік, гПа | T      |        | f     |        | V     |        |
|------------------------|--------|--------|-------|--------|-------|--------|
|                        | 00 сағ | 12 сағ | 0 сағ | 12 сағ | 0 сағ | 12 сағ |
| 925                    | 0,95   | 0,98   | 0,51  | 0,80   | 0,45  | 0,38   |
| 850                    | 0,99   | 0,98   | 0,79  | 0,81   | 0,56  | 0,53   |
| 700                    | 0,99   | 0,99   | 0,87  | 0,85   | 0,71  | 0,71   |
| 500                    | 0,99   | 0,99   | 0,83  | 0,6    | 0,92  | 0,85   |
| 400                    | 0,99   | 0,98   | 0,80  | 0,77   | 0,94  | 0,95   |
| 300                    | 0,98   | 0,98   | 0,63  | 0,61   | 0,95  | 0,95   |
| 200                    | 0,98   | 0,98   | 0,25  | 0,25   | 0,86  | 0,98   |
| 100                    | 0,83   | 0,89   | -0,10 | -0,04  | 0,95  | 0,84   |

Кестеде көрсетілгендей, ауа температурасы үшін екі бақылау уақытында да реанализ бен радиозондылау арқылы алынған ақпараттары арасындағы корреляциялық байланыс өте жақсы. Жер бетінен шамамен 12 км биіктіке дейін корреляция коэффициенті 0,95-0,99 арасында өзгереді, тек 100 гПа деңгейінде корреляция коэффициенті 0,83 және 0,89 тең. Бірақ, бұл көрсеткіштер

де өте жақсы байланыстын бар екендігін мәлімдейді. Яғни, бұл метеорологиялық элементтің тропосферадағы таралуын бақылауда ERA5 реанализ архивін қолдануға болады.

Ал, салыстырмалы ылғалдылық бойынша реанализ мәліметтерінің нақты ақпаратпен корреляциялық байланысы ауа температурасымен салыстырғанда нашарлау болып келеді.

925-300 гПа деңгейлері арасында корреляция коэффициенті 0,6-0,8-ге тең және байланысты жақсы деп санауға болады. Бұл қабаттардан биіктеген сайын байланыс тұрақтылығы үзіліп, екі мәлімет көзі арасындағы корреляциялық коэффициент  $\pm 0,25$  аралығында болды. Ауа температурасына қарағанда салыстырмалы ылғалдылын болжау қиын болып келеді, сондықтан да ERA5 реанализ массивін тек шамамен 9 км биіктігіне дейін ғана қолдануға ұсынылады.

Жел жылдамдығы үшін корреляциялық байланыс жер бетінен 1.5-3 км биіктігіне дейін қанағаттандырарлық, биіктеген сайын екі ақпарат көздерінің арасындағы байланыс тығыздығы өседі. Яғни реанализ мәліметтерінің сенімділігі де артады.

Екі ақпарат көздерінің арасындағы байланысты толығымен қарастыру үшін қосымша тиімділік (эффektivтілік) көрсеткіштері есептелінді, олар келесі кестеде берілген (5-кесте).

**5-кесте** – Тропосферадағы 00 уақыттағы радиозондтық бақылаулар мен ERA5 реанализ массивінен алынған метеорологиялық элементтердің тиімділік көрсеткіштері

| 00<br>срок | Ауа температурасы |         |          | Салыстырмалы ылғалдылық |         |          | Жел жылдамдығы |         |          |
|------------|-------------------|---------|----------|-------------------------|---------|----------|----------------|---------|----------|
|            | NBIAS, %          | NMAE, % | NRMSE, % | NBIAS, %                | NMAE, % | NRMSE, % | NBIAS, %       | NMAE, % | NRMSE, % |
| 925        | 0,05              | 0,05    | 0,18     | -0,02                   | 0,02    | 0,09     | 0,02           | 0,02    | 0,08     |
| 850        | 0,00              | 0,00    | 0,02     | -0,01                   | 0,01    | 0,05     | -0,01          | 0,01    | 0,05     |
| 700        | 0,05              | 0,05    | 0,24     | 0,00                    | 0,00    | 0,02     | -0,01          | 0,01    | 0,04     |
| 500        | 0,00              | 0,00    | 0,00     | 0,00                    | 0,01    | 0,04     | 0,00           | 0,00    | 0,01     |
| 400        | 0,01              | 0,01    | 0,05     | 0,00                    | 0,00    | 0,00     | 0,00           | 0,00    | 0,01     |
| 300        | 0,00              | 0,00    | 0,00     | 0,03                    | 0,03    | 0,11     | 0,00           | 0,00    | 0,01     |
| 200        | 0,00              | 0,00    | 0,00     | -0,02                   | 0,03    | 0,12     | 0,00           | 0,00    | 0,02     |
| 100        | 0,00              | 0,00    | 0,00     | -0,07                   | 0,07    | 0,26     | 0,00           | 0,00    | 0,01     |

5-кестеде берілгендей, таңғы уақыттардағы ауа температурасы, салыстырмалы ылғалдылық және жел жылдамдығының реанализ бен радиозондылау ақпараттары үшін нормаланған ауытқулар (NBIAS), нормаланған орташа абсолютті қате (NMAE) және нормаланған орташа квадраттық қате (NRMSE) есептелінді.

Ауа температурасы үшін нормаланған ауытқу (НА) мен нормаланған орташа абсолютті қате (НОАҚ) биіктік бойынша 0,00-0,05 аралығында өзгерді. Ал нормаланған орташа квадраттық қате (НОКҚ) де 0,00-0,05 аралығында өзгерді, тек 925 гПа мен 700 гПа деңгейлерінде сәйкесінше 0,18 бен 0,24-ке тең болды. Яғни, ауа температурасы үшін жер бетінен жоғарылаған сайын реанализ ақпараттарының радиозонд мәліметінен ауытқуы азаяды.

Салыстырмалы ылғалдылық үшін бұл көрсеткіштер келесідей болып келеді, НА мен НОАҚ көрсеткіштері 0,00-0,07 аралығында өз-

герген, ал НОКҚ 0,00-0,26 аралығында болды. Жер бетіне жақын қабатта қателіктердің көрсеткіштері шамамен 0,02-0,09 аралығында болды. Одан жоғарылаған сайын 850 гПа, 700 гПа, 500 гПа және 400 гПа деңгейлерінде реанализ бен радиозондылау ақпараты арасында байланыс жақсарып, қателіктер -0,01 және 0,05 аралығындағы ауытқыды. Одан жоғары екі ақпарат көздері арасындағы байланыс нашарлағаны көрінеді, әсіресе НОКҚ көрсеткіші өсіп, 0,11-0,26 аралығындағы мәндерге ие болады. Бұл салыстырмалы ылғалдылық үшін биіктеген сайын реанализ бен радиозондылау ақпараттарының арасындағы байланыстың азаятынын көрсетеді.

Жел жылдамдығы үшін үш көрсеткіштің мәндері 0,00-0,08 аралығында ауытқыды.

Осы көрсеткіштердің кешкі барлау уақытындағы (12 срок) байланысты анықтау үшін тиімділік (эффektivтілік) көрсеткіштері есептелінді, олар келесі кестеде берілген (6-кесте).

**6-кесте** – Тропосферадағы 12 уақыттағы радиозондтық бақылаулар мен ERA5 реанализ массивінен алынған метеорологиялық элементтердің тиімділік көрсеткіштері

| 12<br>срок | Ауа температурасы |        |         | Салыстырмалы ылғалдылық |        |         | Жел жылдамдығы |        |         |
|------------|-------------------|--------|---------|-------------------------|--------|---------|----------------|--------|---------|
|            | NBIAS,<br>%       | NMAE,% | NRMSE,% | NBIAS,%                 | NMAE,% | NRMSE,% | NBIAS,%        | NMAE,% | NRMSE,% |
| 925        | 0,00              | 0,01   | 0,03    | -0,01                   | 0,01   | 0,06    | 0,02           | 0,02   | 0,09    |
| 850        | 0,00              | 0,00   | 0,02    | -0,01                   | 0,01   | 0,04    | -0,01          | 0,01   | 0,06    |
| 700        | 0,09              | 0,10   | 0,57    | 0,00                    | 0,00   | 0,02    | -0,01          | 0,01   | 0,04    |
| 500        | 0,05              | 0,05   | 0,18    | 0,01                    | 0,01   | 0,05    | 0,03           | 0,03   | 0,09    |
| 400        | 0,00              | 0,00   | 0,00    | 0,01                    | 0,02   | 0,07    | 0,00           | 0,00   | 0,01    |
| 300        | 0,00              | 0,00   | 0,00    | 0,04                    | 0,04   | 0,14    | 0,00           | 0,00   | 0,01    |
| 200        | 0,00              | 0,00   | 0,00    | -0,01                   | 0,03   | 0,12    | 0,00           | 0,00   | 0,01    |
| 100        | 0,00              | 0,00   | 0,00    | -0,07                   | 0,07   | 0,26    | 0,00           | 0,00   | 0,01    |

6-кестеде, кешкі уақыттардағы ауа температурасы, салыстырмалы ылғалдылық және жел жылдамдығының реанализ бен радиозондылау ақпараттары үшін жоғарыда айтылып кеткен үш көрсеткіш есептелінді.

Ауа температурасы үшін нормаланған ауытқу (НА) мен нормаланған орташа абсолютті қате (НОАҚ) биіктік бойынша 0,00-0,05 аралығында өзгерді, тек 700 гПа деңгейінде қателіктер сәйкесінше 0,09 бен 0,10 болды. Ал нормаланған орташа квадраттық қате (НОКҚ) 0,00-0,03 аралығында өзгерді, тек 925 гПа мен 700 гПа деңгейлерінде сәйкесінше 0,57 мен 0,18-ге тең болды.

Салыстырмалы ылғалдылық үшін бұл көрсеткіштер келесідей болып келеді, НА мен НОАҚ көрсеткіштері  $\pm 0,00-0,07$  аралығында өзгерген, ал НОКҚ 0,00-0,26 аралығында болды. Жер бетінен 400 гПа деңгейіне дейін нормаланған орташа квадраттық қателігі шамамен 0,02-0,07 аралығын болды. Одан жоғары екі ақпарат көздері арасындағы байланыс нашарлайды және НОКҚ көрсеткіші өсіп, 0,12-0,26 аралығында болады. Бұл салыстырмалы ылғалдылық үшін биіктеген сайын реанализ бен радиозондылау ақпараттарының арасындағы байланыстың азаятынын көрсетеді.

Жел жылдамдығы үшін нормаланған ауытқу (НА) мен нормаланған орташа абсолютті қате (НОАҚ) биіктік бойынша 0,00-0,03 аралығында

өзгерді. Ал нормаланған орташа квадраттық қате (НОКҚ) 925-500 гПа аралығында 0,00-0,09 арасында ауытқыса, бұл қабаттан жоғары қателік 0,01 тең болады.

### Қорытынды

Метеорологиялық элементтердің вертикальді таралуын салыстыру мен бағалау нәтижесінде келесідей қорытындылар алынды:

Ауа температурасының мәні биіктік бойынша азаяды, оның мәні 11,4 °С-тан -60 °С аралығында өзгереді. Салыстырмалы ылғалдылығы да жер бетінен биіктеген сайын азаяды, оның мәні 63 %-дан 5 %-ға аралығында өзгереді. Ал жел жылдамдығы профилінде мәнінің өсу тенденциясы байқалады, шамасы 0,9-23,4 м/с аралығында өзгереді.

Ауа температурасы үшін радиозондтық барлау мен реанализ моделі ақпараттары ұқсас, айырмашылығы  $\pm 3,2$  °С аспайды. Екі ақпараттар көздерінің арасындағы корреляциялық байланысы өте тығыз (0,98) болып келеді. Ауа температурасы үшін нормаланған ауытқу (НА) мен нормаланған орташа абсолютті қате (НОАҚ) биіктік бойынша 0,00-0,05 аралығында өзгерді. Нормаланған орташа квадраттық қате (НОКҚ) де 0,00-0,05 аралығында өзгерді, тек 925 гПа мен 700 гПа деңгейлерінде сәйкесінше 0,18 бен 0,57 аралығын көрсетті.



Салыстырмалы ылғалдылығының көпжылдық орташа мәндерінің айырмашылығы жалпы тропосферада  $\pm 30\%$  тең болды, көбінесе  $\pm 5-10\%$ -ға тең. Радиозондылау апараты мен реанализ массивінің мәліметі арасындағы корреляциялық коэффициент жер бетінен 300 гПа деңгейі арасында мәні шамамен 0,6-0,8 ауытқиды, яғни қанағаттандырарлық болып саналады. Одан жоғары корреляциялық байланыс нашарлайды. Салыстырмалы ылғалдылық үшін НА мен НОАҚ көрсеткіштері 0,00-0,07 аралығында өзгерген, ал НОКҚ 0,00-0,26 аралығында болды. Жер бетінен 400 гПа деңгейіне дейін нормаланған орташа квадраттық қателігі шамамен 0,02-0,07 аралығын болды. Одан жоғары екі ақпарат көздері арасындағы байланыс нашарлайды және НОКҚ көрсеткіші өсіп, 0,12-0,26 аралығында болады. Бұл салыстырмалы ылғалдылық үшін биіктеген сайын реанализ бен радиозондылау апараттарының арасындағы байланыстың азаятынын көрсетеді.

Жел жылдамдығы метеорологиялық параметры бойынша ERA5 реанализ деректері барлау апаратынан көп жағдайда  $\pm 0,3-0,5$  м/с аралығында ғана ауытқиды. Екі архивтердің арасындағы корреляциялық байланысы жер бетінен биіктеген сайын жақсарады және 500 гПа биіктіктен бастап 0,84-0,98 аралығында ауытқиды. Жел жылдамдығы үшін нормаланған ауытқу (НА) мен нормаланған орташа абсолютті қате (НОАҚ) биіктік бойынша 0,00-0,09 аралығында өзгерді.

Сонымен, ERA5 реанализ моделі арқылы алынған тропосферадағы метеорологиялық элементтерінің көрсеткіштері радиозондылау арқылы алынған нақты мәндеріне өте жақын болып келеді. Бұл метеорологиялық элементтерінің, әсіресе ауа температурасының, өзгерісінің көпжылдық климаттық тенденциясын зерттеуге реанализ апаратын қолдануға мүмкіндік береді.

#### Әдебиеттер

- Ариунсолонго Г., Жамбамц Л., Монхцэцэг З. Сравнение данных реанализов ERA5 с инструментальными наблюдениями метеорологических величин на территории Монголии // Материалы Международной конференции «Климатические риски и космическая погода». – 2021. – 321-325.
- Байшоланов С.С. Меторология және климатология. – Алматы: Қазақ университеті, – 2000. – 129 б.
- Galabov, V. (2020). The Western Black Sea Waves 1980-2020- Study Based on ERA5. *Proceeding of 1st International Conference on Environmental Protection and Disaster RISKS, 2020*, p. 302-310. <https://doi.org/10.48365/ENVR-2020.1.27>
- Eresanya, E.O.; Guan, Y. Variance of the Equatorial Atmospheric Circulations in the Reanalysis. *J. Mar. Sci. Eng.* 2021, 9, 1386. <https://doi.org/10.3390/jmse9121386>
- Лубков А.С., Сухоно О.Ю. Исследование ветроэнергетических ресурсов крымского полуострова по ежечасным данным реанализа era5 // Системы контроля окружающей среды. 2020. Вып. 3 (41). С. 23–29.
- Матвеев Л.Т. Курс общей метеорологии/ Физика атмосферы. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1984.
- Переведенцев Ю.П., Шанталинский К.М. Изменение приземной температуры воздуха Северного полушария за период 1850 – 2014 гг. // Учен. зап. Казан. Ун-та. Сер.Естеств. науки. – 2015. – Т. 157, кн. 3. – С. 8 – 19.
- Полонский А.Б., Бейцер С.С. Идентификация изменений температуры воздуха в Атлантико-Европейском и Средиземноморском регионах по данным ре-анализа ERA5 // Системы контроля окружающей среды. – 2021. Вып. 1 (43). – С. 18–24.
- Саадалов Т. Ы., Мырзаibraимов Р. М., Абдуллаева Ж. Д. Методика расчета коэффициента корреляции Фехнера и Пирсона, и их области применения // Бюллетень науки и практики. – 2021. Т. 7. №10. – С. 270-276. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/71/31>
- Tetzner D., Thomas E., Allen C. A Validation of ERA5 Reanalysis Data in the Southern Antarctic Peninsula–Ellsworth Land Region, and Its Implications for Ice Core Studies // *Geosciences* 2019, 9, 289; doi:10.3390/geosciences9070289
- Тихонов Н.Н., Орлов А.Н., Павликова Е.В. Метеорология и климатология: методические указания к лабораторно-практическим занятиям / сост.: – Пенза: РИО ПГСХА, 2011. – 91 с.
- Thompson, D.M.; Cole, J.E.; Shen, G.T.; Tudhope, A.W.; Meehl, G.A. Early twentieth-century warming linked to tropical Pacific wind strength. *Nat. Geosci.* 2015, 8, 117–121.
- Thomas S. R., Nicolau S., Martinez-Alvarado O., Drew D. J., Bloomfield H.C. How Well Do Atmospheric Reanalyses Reproduce 2 Observed Winds in Coastal Regions of Mexico? July 28, 2021
- Uppala S., Dee D., Kobayashi S., Simmons A. Evolution of reanalysis at ECMWF // *ResearchGate*, 2008, 1.
- Fu G., Charles S.P., Timbal B., Jvanovicc B., Ouyangd F. Comparison of NCEP-NCAR and ERA-Interim over Australia // *International Journal of Climatology* . September 2015
- Hersbach H, Bell B, Berrisford P, et al. The ERA5 global reanalysis. *QJR Meteorol Soc.* 2020;146:1999–2049. <https://doi.org/10.1002/qj.3803>

Hoffmann, L. and Spang, R.: An assessment of tropopause characteristics of the ERA5 and ERA-Interim meteorological reanalyses, *Atmos. Chem. Phys. Discuss.* [preprint], <https://doi.org/10.5194/acp-2021-961>, in review, 2021.

Шимарин А.В., Переведенцев Ю.П., Сабирова М.В. Особенности вертикального распределения температуры воздуха в тропосфере и нижней стратосфере // *Вестник Удмуртского университета. Серия биология. Науки о земле.* – 2019. Т. 29, вып. 2. – 258-266.

Weather Data for Wyoming <http://weather.uwyo.edu>

Datasets <https://www.ecmwf.int/en/forecasts/datasets/reanalysis-datasets/era5>

Copernicus services catalogue <https://www.copernicus.eu>

## References

Ariunsolongo G., Zhambazhamec L., Monhcejecjeg Z. Sravnenie dannyh reanalizov ERA5 s instrumental'nymi nabljudenijami meteorologicheskikh velechin na territorii Mongolii // *Materialy Mezhdunarodnoj konferencii «Klimaticheskie riski i kosmicheskaja pogoda»*, 2021, 321-325.

Bajsholanov S.S. Meteorologija zhəne klimatologija.–Almaty.:Қазақ университеті. -2000. – 129 b.

Galabov, V. (2020). The Western Black Sea Waves 1980-2020- Study Based on ERA5. *Proceeding of 1st International Conference on Environmental Protection and Disaster RISKS*, 2020, p. 302-310. <https://doi.org/10.48365/ENVR-2020.1.27>

Eresanya, E.O.; Guan, Y. Variance of the Equatorial Atmospheric Circulations in the Reanalysis. *J. Mar. Sci. Eng.* 2021, 9, 1386. <https://doi.org/10.3390/jmse9121386>

Lubkov A.S., Suhono O.Ju. ISSLEDOVANIE VETROJEENERGETICHESKIH RESURSOV KRYMSKOGO POLUOSTROVA PO EZHECHASNYM DANNYM REANALIZA ERA5 // *Sistemy kontrolja okruzhajushhej sredy.* 2020. Vyp. 3 (41). С. 23–29.

Matveev L.T. Kurs obshhej meteorologii/ Fizika atmosfery. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1984

Perevedencev Ju.P., Shantalinskij K.M. Izmenenie prizemnoj temperatury vozduha Severnogo polusharija za period 1850 – 2014 gg. // *Uchen. zap. Kazan. Un-ta. Ser.Estestv. nauki.* – 2015. – Т. 157, kn. 3. – С. 8 – 19.

Polonskij A.B., Bejcer C.C. Identifikacija izmenenij temperatury vozduha v Atlantiko-Evropejskom i Sredizemnomorskom regionah po dannym re-analiza ERA5 // *Sistemy kontrolja okruzhajushhej sredy.* 2021. Vyp. 1 (43). С. 18–24.

Saadalov T. Y., Myrzaibraimov R. M., Abdullaeva Zh. D. Metodika rascheta koeficienta korrelyacii Fehnera i Pirsona, i ih oblasti primenenija // *Bjulleten' nauki i praktiki.* 2021. Т. 7. №10. S. 270-276. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/71/31>

Tetzner D., Thomas E., Allen C. A Validation of ERA5 Reanalysis Data in the Southern Antarctic Peninsula—Ellsworth Land Region, and Its Implications for Ice Core Studies // *Geosciences* 2019, 9, 289; doi:10.3390/geosciences9070289

Tihonov N.N., Orlov A.N., Pavlikova E.V. Meteorologija i klimatologija: metodicheskie ukazanija k laboratorno-prakticheskim zanjatijam / sost.;; – Penza: RIO PGSHA, 2011. – 91 s.

Thompson, D.M.; Cole, J.E.; Shen, G.T.; Tudhope, A.W.; Meehl, G.A. Early twentieth-century warming linked to tropical Pacific wind strength. *Nat. Geosci.* 2015, 8, 117–121.

Thomas S. R., Nicolau S., Martinez-Alvarado O., Drew D. J., Bloomfield H.C. How Well Do Atmospheric Reanalyses Reproduce 2 Observed Winds in Coastal Regions of Mexico? July 28, 2021

Uppala S., Dee D., Kobayashi S., Simmons A. Evolution of reanalysis at ECMWF // *ResearchGate*, 2008, 1.

Fu G., Charles S.P., Timbal B., Jvanovic B., Ouyangd F. Comparison of NCEP-NCAR and ERA-Interim over Australia // *International Journal of Climatology* . September 2015

Hersbach H, Bell B, Berrisford P, et al. The ERA5 global reanalysis. *QJR Meteorol Soc.* 2020;146:1999–2049. <https://doi.org/10.1002/qj.3803>

Hoffmann, L. and Spang, R.: An assessment of tropopause characteristics of the ERA5 and ERA-Interim meteorological reanalyses, *Atmos. Chem. Phys. Discuss.* [preprint], <https://doi.org/10.5194/acp-2021-961>, in review, 2021.

Шимарин А.В., Переведенцев Ю.П., Сабирова М.В. Особенности вертикального распределения температуры воздуха в тропосфере и нижней стратосфере // *ВЕСТНИК УДМУРТСКОГО УНИВЕРСИТЕТА СЕРИЯ БИОЛОГИЯ. НАУКИ О ЗЕМЛЕ* 2019. Т. 29, вып. 2. – 258-266.

Weather Data for Wyoming <http://weather.uwyo.edu>

Datasets <https://www.ecmwf.int/en/forecasts/datasets/reanalysis-datasets/era5>

Copernicus services catalogue <https://www.copernicus.eu>

Ж.С. Мустафаев<sup>1</sup>, А.Т. Козыкеева<sup>2</sup>,  
А.Е. Алдиярова<sup>2\*</sup>, Л.М. Рыскулбекова<sup>2</sup>

<sup>1</sup>АО «Институт географии и водной безопасности», Казахстан, г. Алматы

<sup>2</sup>НАО «Казахский национальный аграрный исследовательский университет», Казахстан, г. Алматы

\*e-mail: ainura.aldiarova@kaznaru.edu.kz

## МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДИНАМИКИ КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД ВОДОСБОРОВ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

Для осуществления количественной и качественной оценки природной и антропогенной деятельности на водосборных территориях речных бассейнов с использованием принципов и законов природопользования необходимы многолетние систематизированные объективные гидрологические, гидрогеохимические и хозяйственные информационно-аналитические материалы. При этом научная и теоретическая ценность методов оценки качества поверхностных вод речных бассейнов определяется в определенной степени математической корректностью поставленных задач и методов их решения, которые характеризуют обоснованность и надежность гидрогеохимических процессов водосборных территорий речных бассейнов, что требуют необходимости структурного анализа комплексных гидрохимических индексов оценки загрязнения поверхностных вод, на основе законов природы, принципов и свойств природных процессов.

Цель исследования – на основе генетической теории гидрохимических процессов природной системы разработать математические модели для оценки водохозяйственной деятельности на водосборных территориях речных бассейнов.

Разработанная математическая модель для количественной и качественной оценки гидрохимических процессов водосборов речных бассейнов, получена на основе решения дифференциальных уравнений, соответствующих по физическому и математическому признаку практических задач гидрохимии и принципов нелинейности природных процессов, являются следствием использования классических математических методов построения моделей и их аналитического анализа.

Предложенный подход к оценке качества поверхностных вод водосбора речных бассейнов в совокупности с географическим анализом может быть использован для комплексных геоэкологических исследований, позволяющих разработать рекомендации для рационального управления водными ресурсами в условиях антропогенной деятельности.

**Ключевые слова:** качество воды, математическая модель, поверхностные воды, дифференциальное уравнение, гидрохимические процессы.

Zh.S. Mustafayev<sup>1</sup>, A.T. Kozykeyeva<sup>2</sup>, A.E. Aldiyarova<sup>2\*</sup>,  
L.M. Ryskulbekova<sup>2</sup>

<sup>1</sup>JSC «Institute of Geography and Water Security», Kazakhstan, Almaty

<sup>2</sup>NJSC «Kazakh National Agrarian Research University», Kazakhstan, Almaty

\*e-mail: ainura.aldiarova@kaznaru.edu.kz

### Mathematical model of surface water quality dynamics in river basin catchments

To carry out a quantitative and qualitative assessment of natural and anthropogenic activities in the catchment areas of river basins using the principles and laws of nature management, long-term systematic objective hydrological, hydrogeochemical and economic information and analytical materials are needed. At the same time, the scientific and theoretical value of methods for assessing the quality of surface waters in river basins is determined to a certain extent by the mathematical correctness of the tasks set and the methods for solving them, which characterize the validity and reliability of hydrogeochemical processes in the catchment areas of river basins, which require the need for a structural analysis of complex hydrochemical indices for assessing surface water pollution, based on the laws of nature, principles and properties of natural processes.

The aim of the study is to develop mathematical models based on the genetic theory of hydrochemical processes of the natural system for the assessment of water management activities in the catchment areas of river basins.

The developed mathematical model for the quantitative and qualitative assessment of hydrochemical processes in the watersheds of river basins, obtained on the basis of the solution of differential equations that correspond in physical and mathematical terms to the practical problems of hydrochemistry and the principles of nonlinearity of natural processes, are a consequence of the use of classical mathematical methods for building models and their analytical analysis.

The proposed approach to the assessment of surface water quality in the catchment area of river basins in conjunction with geographical analysis can be used for comprehensive geo-ecological studies to develop recommendations for the rational management of water resources under anthropogenic activities.

**Key words:** water quality, mathematical model, surface water, differential equations, hydrochemical processes.

Ж.С. Мұстафаев<sup>1</sup>, Ә.Т. Қозыкеева<sup>2</sup>, А.Е. Алдиярова<sup>2\*</sup>, Л.М. Рыскулбекова<sup>2</sup>

<sup>1</sup>«География институты және су қауіпсіздігі» АҚ, Қазақстан, Алматы қ.

<sup>2</sup>Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Қазақстан, Алматы қ.

\*e-mail: ainura.aldiarova@kaznaru.edu.kz

### Өзендердің су жинау алабындағы жер үсті суларының сапасының өзгеруінің математикалық моделі

Өртүрлі қағидалар мен әдістерді пайдалана отырып, өзеннің сужинау алабы аймағының табиғи және антропогендік қызметтерін сандық және сапалық бағалауды жүзеге асыру үшін ұзақ мерзімді жүйеленген мақсаттық гидрологиялық, гидрохимиялық және шаруашылық саласының ақпараттық-талдау мәліметтері қажет. Сонымен қатар, бұл мәселенің ғылыми және практикалық қажеттілігі, өзеннің сужинау алабының геоэкологиялық жағдайын бағдарлаудың сенімділігі мен негізділігі дұрыс таңдалған қағидаға және әдіске тікелей байланысты болғандықтан, жер беті суларының ластануын бағалаудың кешенді көрсеткіштерін құрылымдық талдауды талап етеді.

Зерттеу мақсаты – табиғи жүйенің гидрохимиялық процестерінің генетикалық теориясы негізінде өзен бассейндерінің су жинау аумақтарындағы су шаруашылығы қызметін бағалау үшін математикалық модельдерді құру.

Өзен бассейндерінің гидрохимиялық процестерін сандық және сапалық бағалау үшін әзірленген математикалық модель гидрохимияның практикалық есептерінің физикалық және математикалық белгілеріне және табиғи процестердің сызықтық емес принциптеріне сәйкес келетін дифференциалдық теңдеулерді шешу негізінде алынды және модельдерді құрудың классикалық математикалық әдістерін қолданудың, оларды аналитикалық талдаудың нәтижесі болып табылады.

Өзеннің сужинау алабының жер үсті суларының сапасын бағалаудың ұсынылып отырған тәсілі географиялық талдаумен бірге антропогендік әрекет жағдайында су ресурстарын ұтымды басқару бойынша ұсыныстар әзірлеуге мүмкіндік беретін кешенді геоэкологиялық зерттеулер үшін пайдалануға болады.

**Түйін сөздер:** судың сапасы, математикалық модель, жер үсті сулары, дифференциалдық теңдеулер, гидрохимиялық жүргілер.

## Введение

Водосборная территория речных бассейнов представляет собой многокомпонентные геосистемы, имеющие единство гидрогеохимических потоков и выполняющие функции формирования гидрологического и геохимического стока. В основном является объектом природопользования и природообустройства с разнообразными целями использования, в рамках которых открывается возможность комплексной оценки природной и антропогенной деятельности водных объектов.

Для осуществления количественной и качественной оценки природной и антропогенной

деятельности на водосборных территориях речных бассейнов с использованием принципов и законов природопользования необходимы многолетние систематизированные объективные гидрологические, гидрогеохимические и хозяйственные информационно-аналитические материалы.

При этом научная и теоретическая ценность методов оценки качества поверхностных вод речных бассейнов определяется в определенной степени математической корректностью поставленных задач и методов их решения, которые характеризуют обоснованность и надежность гидрогеохимических процессов водосборных

территорий речных бассейнов. Также требуют необходимости структурного анализа комплексных гидрохимических индексов оценки загрязнения поверхностных вод на основе законов природы, принципов и свойств природных процессов.

Многогранность функциональных задач решаемых в рамках водохозяйственной оценки водосбора речных бассейнов с использованием методов моделирования природных процессов на основе полученных многолетних информационно-аналитических материалов для систематического мониторинга качества воды, позволяют долгосрочное прогнозирование гидрохимических процессов и обеспечение экологической устойчивости в пространственно-временном масштабе в условиях антропогенной деятельности.

**Цель исследования** – на основе генетической теории гидрохимических процессов природной системы разработать математические модели для совершенствования методологического подхода оценки качества поверхностных вод водосборов речных бассейнов.

**Материалы и методы исследования.** Исследование проводилось на основе методов и принципов математического моделирования природных процессов с аналитическими решениями дифференциальных уравнений гидрохимических процессов в природных системах и современного опыта создания и исследования моделей оценки качества поверхностных вод в водосборах речных бассейнов.

Программы мониторинга качества воды стали наиболее важными для разработки четкого понимания процессов качества воды для лиц, принимающих решения, для интерпретации и использования этой информации при разработке стратегий сохранения водных ресурсов в мире. Это стало предпосылкой для совершенствования методики определения индекса загрязнения (Nish, 2004:1; Tirupathi Chanapathi, 2019: 2), использования энтропии Шеннона (Шеннон, 1963: 3; Shannon, Weaver, 1963: 4) в качестве инструмента для разработки энтропийно-взвешенного индекса качества воды (EWQI) (Kunwar Raghvendra Singh, 2019: 5), а также показаны возможности широкого использования индекса качества воды (WQI) (Sipra Mallick, 2017: 6; Godwin Asibor, 2019: 7), как метода оценки качества воды в различных речных бассейнах по всему миру.

Существует большое количество работ, среди которых широко используется в мировой

практике при оценке качества поверхностных вод гидрохимический индекс загрязнения воды (ИЗВ) (Шлычков, 1996: 9; Родзиллер, 1984: 10; 11), где качество воды оценивается на основе интегрального показателя класса загрязненности и для оценки качества воды водосбора речных бассейнов используются определенные количества химических элементов:

$$\text{ИЗВ} = (1/6) \cdot \sum (C_{i-6} / \text{ПДК}_{i-6}) \setminus$$

$$\text{или } \text{ИЗВ} = (1/N) \sum_i^N (C_i / \text{ПДК}_i), \quad (1)$$

где:  $\mathbf{N}$  – строго лимитируемое количество показателей (ингредиентов), берущих для расчета, имеющих наибольшее значение, независимо от того, превышают они  $\text{ПДК}_i$  или нет, включая показатель растворенного кислорода  $\text{БПК}_e$ , который для поверхностных вод суши  $\mathbf{n} = 6$ ;  $C_i$  – концентрация  $i$ -го загрязняющего вещества в воде;  $\text{ПДК}_i$  – предельно допустимая концентрация  $i$ -го загрязняющего вещества;  $N$  – количество ингредиентов, по которым осуществлялся расчет.

В процессе природной и антропогенной деятельности водосбора речных бассейнов, где в результате их совместного взаимодействия происходят изменения объема воды и качественного состава, которые формируют природно-техногенную среду обитания водных и около водных биологических организмов. В условиях изменяющегося состояния жизнедеятельности водосбора речных бассейнов возникает необходимость разработки интегрального показателя для оценки качества воды, полученного на основе законов природы и принципов геохимии, учитывающего нелинейность природных процессов.

Для оценки качества поверхностных вод речных бассейнов в Российской Федерации предлагается формула В.В. Шабанова, то есть коэффициент предельной загрязненности воды ( $K_{\text{пз}}$ ), полученного путем совместного решения уравнений гидрологического и гидрохимического баланса и в определенной степени являющихся одним из модификации индекса загрязнения воды (ИЗВ), широко используемых в мировой практике для оценки качества поверхностных вод речных бассейнов. Математическая сущность коэффициента предельной загрязненности воды ( $K_{\text{пз}}$ ) сводится к следующему, то есть при совместном решении уравнений гидрологического и

гидрохимического балансов, можно получить линейное уравнение интегрального показателя качества воды, учитывающего фактический объем воды водосбора речных бассейнов ( $W_{пз}$ ) (Шабанов, 2009а: 12):

$$W_{пз} = W_p \cdot K_{пз}, \quad (2)$$

где:  $W_p$ - фактический объем речного стока, учитывающий объемы безвозвратного водопотребления.

При этом уравнение водохозяйственного баланса с учетом показателя качества воды речных бассейнов примет следующий вид:

$$W_p \cdot C_n + W_v \cdot C_p = (W_p + W_v) \cdot ПДК$$

или

$$W_v = W_p \cdot (C_n - ПДК) / (ПДК - C_p), \quad (3)$$

то есть при решении уравнений (3) относительно  $W_v = W_v / W_p$  получим уравнение для определения виртуального объема воды ( $W_v$ ) относительно загрязняющих химических веществ речных бассейнов:

$$W_v = (W_v / W_p) = (C_n - ПДК) / (ПДК - C_p), \quad (4)$$

где:

$C_n$  – фоновая концентрация веществ в реке;

$C_p$  – концентрация загрязняющего вещества в реке после сброса сточных вод.

Соотношение, стоящее в правой части уравнения для определения виртуального объема воды ( $W_v$ ), характеризующего соотношение конкретных концентраций загрязняющих веществ к их предельно-допустимому значению, представляет собой одиночный коэффициент предельной загрязненности ( $K_{пз}$ ), показывающего уровень сверхнормативного загрязнения водосбора речных бассейнов по отдельным химическим элементам (Шабанов, 2009б: 12):

$$K_{пз} = (C_n - ПДК) / (ПДК - C_p) \quad (5)$$

В случае если водосбор бассейна реки загрязняется веществом, которого в природных условиях в воде не встречается, тогда коэффициент предельной загрязненности отдельными химическими элементами имеет следующий вид:

$$K_{пз} = (C_n - ПДК) / ПДК \quad (6)$$

или, в некоторых случаях его можно представить еще более простой формулой:

$$K_{пз} = C_n / ПДК - 1. \quad (7)$$

Физический смысл коэффициента предельной загрязненности отдельными химическими элементами ( $K_{пз}$ ), то есть отношения  $(C_n - ПДК) / (ПДК - C_p)$  характеризует количественное превышение отдельных загрязняющих веществ или химических элементов от их предельно-допустимой концентрации и в отдельных случаях его значение может быть отрицательной, то есть меньше нуля.

Таким образом, В.В. Шабанов и В.Н. Маркин (Шабанов, 2009в: 12), для практических водохозяйственных расчетов рекомендует использовать упрощенное уравнение коэффициента предельной загрязненности ( $K_{пз}$ ):

$$K_{пз} = (1/N) \sum_i^N [(C_i - ПДК_i) / ПДК_i]$$

$$K_{пз} = (1/N) \cdot \sum_i^N (C_i / ПДК_i) - 1 = ИЗВ - 1 \quad (8)$$

Таким образом, все увеличивающиеся количество методов оценок качества поверхностных вод речных бассейнов, растущее разнообразие принципов и способов их построения требует всестороннего структурного и системного анализа и их соответствие законов природы и природных процессов.

**Результаты исследования обсуждение.** Методологические основы оценки качества поверхностных вод речных бассейнов сформированы в рамках закона лимитирующего (ограничивающего) фактора, то есть закона минимума Либиха и закона толерантности Шелфорда (Попов, 1997а: 13), характеризующие степень отклонения факторов среды обитания биологических сообществ от их оптимальных

значений, которые позволяют определить лимитирующий признак вредного действия качества воды на организм человека.

Нормирование веществ по лимитирующему признаку вредного действия на организм человека в условиях антропогенного загрязнения водных объектов можно определить по двум признакам, то есть по совокупности коэффициента водности ( $K_b$ ), как отношение фактического расхода воды ( $Q_i$ , м<sup>3</sup>/с) к среднемуголетнему расходу воды ( $Q_{ср}$ , м<sup>3</sup>/с) и коэффициента предельной загрязненности ( $K_{пз}$ ) или индекса загрязненности воды (**ИЗВ**), характеризующих отношение суммы предельно-допустимой концентрации отдельных химических элементов (**ПДК<sub>г</sub>**) к фактическим значениям отдельных загрязняющих химических элементов ( $C_i$ ).

При этом, для характеристики физического смысла коэффициента предельной загрязненности воды ( $K_{пзи}$ ) несколькими веществами ( $N$ ) через показатель кратности сверхнормативного загрязнения ( $C_i - ПДК_i$ ), определяющийся как индекс загрязненности воды (**ИЗВ**) минус 1, представляет собой кратность превышения ПДК.

Согласно закону лимитирующего фактора коэффициент предельно-допустимой загрязненности воды ( $K_{пдзи}$ ), как произведение показателя водности речных бассейнов ( $K_b$ ) и коэффициента предельной загрязненности ( $K_{пз}$ ), характеризуется следующими предельными значениями:

$$K_{пдзи} = K_{bi} \cdot K_{пзи}, \quad 1 \geq K_b \geq 0, \\ 1 \geq K_{пзи} \geq 0 \quad (9)$$

При этом концентрация веществ ( $C_i$ ) в воде водоема или речных бассейнов прямо зависит от массы вещества (**МВ**), поступающих ежегодно в русла речных бассейнов и обратно от фактического расхода воды ( $Q_i$ , м<sup>3</sup>/с), которая показывает, что между коэффициентом водности ( $K_b$ ) и коэффициентом предельно-допустимой загрязненности ( $K_{пдзи}$ ) существует прямая линейная зависимость (Алимов, 1990: 15; Булгаков, 1995: 16).

Математическое моделирование любых природных процессов в определенной степени требует упрощения функциональных действительностей объектов исследования, которые ограничивают их области применения для решения отдельных задач с достаточно

большой достоверностью. Поэтому главной целью математического моделирования гидрохимических процессов в водосборах речных бассейнов является разработка надежных методов прогнозирования качества речных вод, применимых для решения как научных, так и практических задач (Мустафаев, 2009а: 17).

Основные допущения, сделанные при достижении указанной выше цели, заключается в следующем, изменение концентрации веществ в воде рек приближенно описывается дифференциальным уравнением, имеющий следующий вид (Мустафаев, 2009б: 17):

$$dC_i/dt = I(C_i) \quad (10)$$

где:

$I(C_i)$  – функция характеризующая концентрацию загрязняющих веществ или химических элементов  $C_i$ .

При этом с точки зрения математического моделирования концентрация загрязняющих веществ или химических элементов является зависимой функцией от времени и расходов воды речных бассейнов, то есть  $C_i = C(t, Q, H)$ , где  $H$  – показатель характеризующий влияния антропогенных факторов на концентрацию загрязняющих веществ.

Тогда дифференциальное уравнение, описывающее многофакторные гидрохимические процессы, то есть  $C_i = C(t, Q, H)$ , можно записать в следующем виде:

$$dC_i/dt = (dC_i/dt) + (dQ/dt) \cdot (dC_i/dQ) \quad (11)$$

Изменение расхода воды в водосборах речных бассейнов можно описывать следующим выражением:

$$(dQ/dt) = \lambda \cdot Q \quad (12)$$

где:

$\lambda$  – удельная скорость изменения расхода воды в речных бассейнах, в общем случае имеет следующий вид:  $\lambda = \lambda(t, Q)$ .

На основе зависимости от соотношения величин  $dC_i/dt$  и  $(dQ/dt) \cdot (dC_i/dQ)$  можно обосновать один из вариантов схематизации процессов изменения гидрохимических показателей, характеризующих изменение концентрации веществ, связанным преимущественно

с колебанием водности водосбора речных бассейнов (Савичев, 1999: 18):

$$dC_i/dt = (dQ/dt) \cdot (dC_i/dQ) \quad (13)$$

Принимая во внимание зависимость  $(dQ/dt)$ , преобразуем уравнение  $dC_i/dt = I(C_i)$  к виду:

$$dC_i/dQ = I(C_i)/(\lambda \cdot Q) \quad (14)$$

В области математики и математического моделирования решение этого уравнения определяется выбором аналитического выражения для  $I(C_i)$  и  $\lambda$ .

На первом этапе для решения уравнения  $dC_i/dQ = I(C_i)/(\lambda \cdot Q)$ , характеризующего изменение концентрации загрязняющих веществ от расхода воды в речных бассейнах, использована линейная зависимость, которая позволяет получить систему математических моделей при условии  $k/\lambda = const$ :

- аналитическое решение уравнения  $dC_i/dQ = I(C_i)/(\lambda \cdot Q)$  при  $I(C_i) = k \cdot C_i$  имеет следующий вид:  $C_i = C_0 \cdot (Q/Q_0)^{-(k/\lambda)}$ ;

- аналитическое решение уравнения  $dC_i/dQ = I(C_i)/(\lambda \cdot Q)$ , при  $I(C_i) = k \cdot (C_n - C_i)$  имеет следующий вид:  $C_i = C_n - (C_n - C_0) \cdot (Q/Q_0)^{-(k/\lambda)}$ , где  $C_n$  - концентрация химических веществ в водной среде в водосборах речных бассейнов;  $C_0$  - начальная концентрация химических веществ в воде речных бассейнов.

При этом следует отметить, что линейное уравнение гидрохимических процессов  $C_i = C_0 \cdot (Q/Q_0)^{-(k/\lambda)}$ , в определенной степени соответствует по физическому и математическому признакам показательной функции типа  $Y = a \cdot X^b$ , а уравнение  $C_i = C_n - (C_n - C_0) \cdot (Q/Q_0)^{-(k/\lambda)}$  - показательная функция типа с одним свободным параметром:  $Y = C + a \cdot X^b$ .

Следует отметить, что уравнения

$$dC_i/dQ = I(C_i)/(\lambda \cdot Q),$$

$$C_i = C_0 \cdot (Q/Q_0)^{-(k/\lambda)}$$

и

$$C_i = C_n - (C_n - C_0) \cdot (Q/Q_0)^{-(k/\lambda)}$$

согласуется с представлениями А.И. Перельмана, в соответствии с которым изменение количество вещества в природе пропорционально его содержанию и интенсивности миграции (Перельман, 1975:19). Изменение концентрации определяется интенсивностью биохимических превращений, взаимодействием воды с подстилающими породами, органическими и взвешенными веществами, а влияние водности речных бассейнов сказывается на скорости протекания химической реакции:

$$dC_i/dt \gg (dQ/dt) \cdot (dC_i/dQ) \quad (15)$$

На основе закономерностей геохимических, биохимических и гидрохимических процессов в речных бассейнах для решения уравнения  $dC_i/dt = I(C_i)$  получены экспоненциальные зависимости от величины концентрации, позволяющие получить ряд расчетных формул при условии  $k = const$ :

- аналитическое решение уравнение  $dC_i/dt = I(C_i)$  при  $I(C_i) = k \cdot C_i$  имеет следующий вид:  $C_i = C_0 \cdot \exp(-k \cdot t)$ ;

- аналитическое решение уравнение  $dC_i/dt = I(C_i)$  при  $I(C_i) = k \cdot (S - C_i)$  имеет следующий вид:  $C_i = S - (S - C_0) \cdot \exp(-k \cdot t)$ .

При этом влияние водообмена на скорость протекания химических и биохимических реакций экспоненциальной функции  $\exp(-k \cdot t)$ , протекающей в водосборах речного бассейна, можно приводить к выражению:

$$\exp[-k \cdot f(Q)] \quad (16)$$

где:  $f(Q)$  - некоторая функция от расхода воды водосборов речных бассейнов, соответствующая времени добегания водных масс по длине реки или ее участка.

На основе этого обстоятельства уравнения  $C_i = C_0 \cdot \exp(-k \cdot t)$  и  $C_i = S - (S - C_0) \cdot \exp(-k \cdot t)$ , могут быть преобразованы к виду  $Y = a \cdot \exp(-b \cdot Q^x)$ .

Таким образом, система дифференциального уравнения  $dC_i/dt = I(C_i)$ , описывающего гидрохимический процесс в водосборах речных бассейнов, может быть использована и для прогноза их гидрохимических характеристик и качества воды.

Водосборы речных бассейнов, как разновидности или элементы геосистемы, обладают общесистемными свойствами, как



нелинейность природных процессов, где трансформация и обмен энергий и веществом идет всегда с замедляющей скоростью. При этом интенсивность вредного действия на живой организм в условиях увеличения антропогенного загрязнения водных объектов замедляется за счет адаптации, то есть степень вредного воздействия пропорциональна произведению концентрации вещества в воде речных бассейнов.

Построение любой модели в той или иной мере связано с упрощением действительности, что обуславливает наличие ограничений области ее применения и, в то же время, дает возможность получить достоверных результатов. На основе этого допущения нами получено дифференциальное уравнение, характеризующее изменение коэффициента предельной загрязненности воды ( $K_{пзи}$ ), от приведенного индекса загрязненности воды (**ИЗВ**) (Мустафаев, 2021: 20):

$$dK_{пзи}/dИЗВ = k \cdot (K_{пзи}) \quad (17)$$

Решение этого уравнения определяется выбором аналитического выражения  $k \cdot (K_{пзи})$ , которое описывается экспоненциальной функцией имеющего следующий вид:

$$K_{пзи} = (1/N) \cdot \sum_{i=1}^N [1 - \exp(-ИЗВ_i)] = \\ = (1/N) \cdot \sum_{i=1}^N \{1 - \exp[-(C_i/ПДК_i)]\} \quad (18)$$

Математическая и физическая сущность полученных экспоненциальных уравнений для оценки качества воды на основе нелинейности природных процессов характеризует вредное воздействие их на живой организм и является следствием использования законов природопользования, классических математических методов построения моделей и их аналитического анализа.

Таким образом, коэффициент предельно-допустимой загрязненности воды ( $K_{пдзи}$ ) можно представить как произведение коэффициента водности ( $K_b$ ) и коэффициента предельной загрязненности воды ( $K_{пзи}$ ), который имеет следующий вид:

$$K_{пдзи} = K_b \cdot K_{пзи} = (Q_{ср}/Q_i) \cdot \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N [1 - \exp(-ИЗВ_i)] \quad (19)$$

где:

$K_{пдзи}$  – коэффициент предельно-допустимой концентрации;

$K_b$  – коэффициент водности;

$K_{пзи}$  – коэффициент предельной загрязненности воды;

$Q_i$  – фактический расход воды ( $m^3/c$ );

$Q_{ср}$  – среднееголетний расход воды ( $m^3/c$ );

**ИЗВ** – индекс загрязненности воды:  
 $ИЗВ = C_i/ПДК_i$ ;

$C_i$  – фактическая концентрация  $i$ -го ингредиента;

**ПДК<sub>i</sub>** – предельно-допустимая концентрация загрязняющих веществ или химических элементов, соответствующая хозяйственной деятельности водосбора речных бассейнов.

При этом, математическая модель для определения коэффициента предельно-допустимой загрязненности воды ( $K_{пдзи}$ ) имеет ряд преимуществ, во-первых, учитывает один из главных свойств геосистемы – нелинейность природных процессов, во-вторых, возможность оценки качества воды через показатель **ИЗВ**, в-третьих, генетическое сходство с индексом трофности Шеннона

$$(H = - \sum \left(\frac{n_i}{N}\right) \cdot \ln \left(\frac{n_i}{N}\right) )$$

где **H** – видовое разнообразие;

$n_i$  – число особей каждого вида во всех пробах;

**N** – общая численность особей всех видов во всех пробах), характеризующая экологическое состояние водных и около водных систем речных бассейнов, в-четвертых, определение качества поверхностных вод с помощью предельно-допустимой концентрации загрязняющих веществ или химических элементов с учетом хозяйственной деятельности речных бассейнов, в-пятых, учитывает водность водосбора речных бассейнов.

## Выводы

Достоверность и надежность разработанных математических моделей для оценки качества поверхностных вод водосборов речных бассейнов на основе решения дифференциальных уравнений гидрохимических процессов природных систем и соответствующих по физическому и математи-

ческому признакам практических задач гидрохимии и принципов нелинейности природных процессов, является следствием принципов построения математических моделей на основе законов природы и их аналитического анализа с использованием информационно-аналитических материалов, характеризующих исследуемые объекты.

Предложенный подход к оценке качества поверхностных вод водосборов речных бассейнов в совокупности с географическим анализом может быть использован для комплексных геоэкологических исследований, позволяющих разрабатывать рекомендации для рационального управления водными ресурсами в условиях антропогенной деятельности.

### Литература

- Godwin Asibor, Oborakpororo Ofuya. Surface Water Quality Assessment of Warri Metropolis Using Water Quality Index// International Letters of Natural Sciences. – 2019, – March. – (Volume 74).- P.
- Kunwar Raghvendra Singh, Rahul Dutta, Aiav S. Kalamdhad, Bimlesh Kumar. Information entropy as a tool in surface water quality assessment // Environmental Earth Sciences.- 2019. – January. -78(1). -P.
- Nich N., Perjoiu M. The surface water quality assessment//Environmental engineering and management journal – 2004.-September 3(3).- P. 477-488.
- Shannon C.B., Weaver W. The Mathematical Theory of Communication. – Urbana (Illinois): Univ. of Illinois Press, 1963. – 345 p.
- Sipra Mallick, F. Baliarsingh. Surface Water Quality Assessment and Prediction Modelling of Kathajodi River//International Journal of Emerging Research in Management & Technology. – 2017, August. (Volume-6). – P.447-457.
- Tirupathi Chanapathi, Thhatikkonda Shashidhar. Fuzzy-Based Regional Water Quality Index for Surface Water Quality Assessment // Journal of Hazardous, Toxic, and Radioactive Waste. 2019, May.-Vol.23.- Issue 4.- P.
- Алимов А.Ф. Основные положения теории функционирования водных экосистем // Гидробиологический журнал, 1990.- Том 26. – №6. -С.3-12.
- Булгаков Н.Г., Дубинина В.Г., Левич А.П., Терехин А.Т. Метод поиска сопряженностей между гидробиологическими показателями и абиотическими факторами среды // Известия РАН, серия биологическая, 1995.-вып. 2.- С. 218-225.
- Временные методические указания по комплексной оценке качества поверхностных и морских вод по гидрохимическим показателям. – М.: Госкомгидромета, 1986. – 6 с.
- Методические рекомендации по формализованной комплексной оценке качества поверхностных и морских вод по гидрохимическим показателям. – М.: Госкомгидромета, 1988. – 6 с.
- Методические указания по организации и функционированию подсистемы мониторинга состояния трансграничных поверхностных вод Казахстана. – Астана, 2012. – 140 с.
- Мустафаев Ж.С., Рыскулбекова Л.М. Геоэкологическая оценка качества поверхностных вод речного бассейна с математическим анализом (на примере реки Иле)// Гидрометеорология и экология. – 2021. – №4. – С. 6-19.
- Мустафаев Ж.С., Рябцев А.Д., Ибатуллин С.Р., Козыкеева А.Т. Модель природы и моделирование природного процесса. – Тараз, 2009. – 190 с.
- Перельман А.И. Геохимия ландшафта. – М.: «Высшая школа», 1975. – 342 с.
- Попов В.А. Математическое выражение закона лимитирующего фактора и его приложение к задачам мелиоративного земледелия // Мелиорация и водное хозяйство. – 1997. – №2. – С.30-34.
- Родзиллер И.Д. Прогноз качества воды водоемов – приемников сточных вод. – М.: Стройиздат, – 1984. – 263 с.
- Савичев О.Г. Геоэкология: прогноз качества речных вод (использование зависимостей между гидрохимическими и гидрологическими показателями на примере рек бассейна Оби) // Инженерная экология. – 1999. – №2. – С. 46-53.
- Шабанов В.В., Маркин В.Н. Метод оценки качества вод и состояния водных экосистем. – М: МГУП, 2009. – 154 с.
- Шеннон К. Математическая теория связи / Работы по теории информации и кибернетике. – М.: Ин. литер., 1963. – С. 243-332.
- Шлычков А.П., Жданова Г.Н., Яковлева О.Г. Использование коэффициента стока загрязняющих веществ для оценки состояния рек // Мониторинг. – 1996. – №2. – С. 23-27.

### References

- Godwin Asibor, Oborakpororo Ofuya. Surface Water Quality Assessment of Warri Metropolis Using Water Quality Index// International Letters of Natural Sciences. – 2019, – March. – (Volume 74).- P.
- Kunwar Raghvendra Singh, Rahul Dutta, Aiav S. Kalamdhad, Bimlesh Kumar. Information entropy as a tool in surface water quality assessment // Environmental Earth Sciences.- 2019. – January. -78(1). -P.
- Nich N., Perjoiu M. The surface water quality assessment//Environmental engineering and management journal – 2004.-September 3(3).- P. 477-488.
- Shannon K. Mathematical theory of communication / Works on information theory and cybernetics. – Moscow: In. litt., 1963. P. 243-332.
- Shannon C.B., Weaver W. The Mathematical Theory of Communication. – Urbana (Illinois): Univ. of Illinois Press, 1963. – 345 p.

Tirupathi Chanapathi, Thhatikkonda Shashidhar. Fuzzy-Based Regional Water Quality Index for Surface Water Quality Assessment // Journal of Hazardous, Toxic, and Radioactive Waste. 2019, May.-Vol.23.- Issue 4.- P.

Alimov A.F. Osnovnye polozenija teorii funkcionirovanija vodnyh jekosistem [ Main provisions of the theory of aquatic ecosystems functioning]// Gidrobiologicheskij zhurnal, 1990.- Tom 26. – №6. -S.3-12.

Bulgakov N.G., Dubinina V.G., Levich A.P., Terehin A.T. Metod poiska soprjazhennostej mezhdru gidrobiologicheskimi pokazateljami i abioticheskimi faktorami sredy [ Method for searching conjugations between hydrobiological indicators and abiotic environmental factors]// Izvestija RAN, serija biologicheskaja, 1995.-vyp. 2.- S. 218-225.

Vremennye metodicheskie ukazaniya po kompleksnoj ocenke kachestva poverhnostnyh i morskij vod po gidrohimičeskim pokazateljam. [ Methodical recommendations for the formalized complex assessment of surface and sea water quality by hydrochemical indicators] – Moskva: Goskomgidrometa, 1986. – 6 s.

Metodicheskie rekomendacii po formalizovanoj kompleksnoj ocenke kachestva poverhnostnyh i morskij vod po gidrohimičeskim pokazateljam [Methodological recommendations for a formalized comprehensive assessment of the quality of surface and marine waters by hydrochemical indicators].- Moskva: Goskomgidrometa, 1988. – 6 s.

Metodicheskie ukazaniya po organizacii i funkcionirovaniju podsistemy monitoringa sostojanija transgranichnyh poverhnostnyh vod Kazahstana [ Methodological instructions on the organization and functioning of a subsystem for monitoring the condition of transboundary surface waters of Kazakhstan].-Astana, 2012.-140 s.

Mustafaev Zh.S., Ryskulbekova L.M. Geojekologicheskaja ocenka kachestva poverhnostnyh vod rechnogo bassejna s matematicheskim analizom (na primere reki Ile) [Geoecological assessment of surface water quality of the river basin with mathematical analysis (on the example of the river Ile)]// Gidrometeorologija i jekologija, 2021.- №4.- S. 6-19.

Mustafaev Zh.S., Rjabcev A.D., Ibatullin S.R., Kozykeeva A.T. Model' prirody i modelirovanie prirodnoho processa [Model of nature and modeling of natural process].- Taraz, 2009.- 190 s.

Perel'man A.I. Geohimija landshafta [ Geochemistry of landscape].- M.: «Vysshaja shkola», 1975.-342 s.

Popov V.A. Matematicheskoe vyrazhenie zakona limitirujushhego faktora i ego prilozhenie k zadacham meliorativnoho zemledelija [Mathematical expression of limiting factor law and its application to problems of land reclamation] // Melioracija i vodnoe hozjajstvo, 1997.- №2.- S.30-34.

Rodziller I.D. Prognoz kachestva vody vodoemov – priemnikov stochnykh vod [Prediction of water quality of water reservoirs – wastewater receivers] . – M.: Strojizdat. – 1984. – 263 s.

Savichev O.G. Geojekologija: prognoz kachestva rechnykh vod (ispol'zovanie zavisimostej mezhdru gidrohimičeskimi i gidrologicheskimi pokazateljami na primere rek bassejna Obi) [Geoecology: forecast of river water quality (using dependences between hydrochemical and hydrological indicators by the example of the rivers of the Ob basin)] // Inzhenernaja jekologija, 1999.- №2.- S. 46-53.

Shabanov V.V., Markin V.N. Metod ocenki kachestva vod i sostojanija vodnyh jekosistem [Method of assessment of water quality and state of aquatic ecosystems] – M: MGUP, 2009.- 154 s.

Shennon K. Matematicheskaja teorija svjazi / Raboty po teorii informacii i kibernetike.[ Mathematical theory of communication / Works on information theory and cybernetics ] – M.: In. liter., 1963. S. 243-332.

Shlychkov A.P., Zhdanova G.N., Jakovleva O.G. Ispol'zovanie koeficienta stoka zagrjaznjajushhih veshhestv dlja ocenki sostojanija rek [Using pollutant flow coefficient to assess river conditions] // Monitoring. – 1996. – №2. – S 23-27.



4-бөлім  
**ГЕОЭКОЛОГИЯ**

---

Section 4  
**GEOECOLOGY**

---

Раздел 4  
**ГЕОЭКОЛОГИЯ**

**М.М. Даулетбаева**, **А.К. Таныбаева**, **Л.Н. Исмагулова\***,  
**Г.А. Мұқанова**, **А.А. Рысмагамбетова**

Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан, Алматы қ.

\*e-mail: Lunara-98@mail.ru

## **АҚТӨБЕ ҚАЛАСЫНЫҢ ТОПЫРАҒЫ МЕН ӨСІМДІГІНЕ ХРОМНЫҢ ӘСЕРІН ЭКОЛОГИЯЛЫҚ БАҒАЛАУ**

Урбандалған аймақтардың экологиялық жағдайының нашарлауының негізгі себебі – ауыр металдардың барлық тірі организмдерге, соның ішінде өсімдіктерге цитотоксикалық және мутагендік әсеріне байланысты ластануы. Ауыр металдар өсімдіктерге тікелей әсер етеді және оларға еніп, метаболизмді бұзады, олардың өнімділік сапасын төмендетеді. Соңғы онжылдықтарда антропогендік әсердің бірқатар түрлерінде ауыр металдардың арасында хромды пайдаланудың артуы және хром өндірісі, топырақ пен өсімдіктердің хроммен ластануы өзекті мәселелердің бірі болып отыр.

Зерттеу жұмысының негізгі мақсаты Ақтөбе облысының индустриялық, көліктік және әлеуметтік белсенділігінің орталығы ретінде Ақтөбе қаласының топырағы мен өсімдігіне хромның жинақталуына экологиялық бағалау жүргізу.

Ақтөбе қаласында ең көп таралған доминантты өсімдіктердің бірі қызғылт қалуен өсімдігі болып табылады. Бұл мақалада ең алғаш рет Ақтөбе қаласы бойынша хромды аккумуляциялайтын қызғылт қалуен өсімдігі анықталып, оның сабақ, тамыр, жапырақ органдарына зерттеу жүргізілді. Зерттеу нәтижесінде қызғылт қалуен өсімдігін өнеркәсіптік, ауылшаруашылық және рекреациялық әсердің нәтижесінен ластанған аймақтарды қалпына келтірудің экологиялық және эстетикалық әдісі ретінде қолдануға мүмкіндік беретіні анықталды.

Топырақ пен өсімдік құрамындағы хром концентрациясын анықтау үшін атом-эмиссиялық әдіс қолданылды.

Бұл мақалада топырақ пен өсімдіктердің хромның жинақталу дәрежесі бойынша қалалық ортаның және өндірістік аймақтың жағдайын бағалау нәтижелері келтірілген. Зерттеу нәтижесінде қызғылт қалуен хромды өте жақсы сіңіретіні, сонымен қатар оны едәуір мөлшерде жинай алатын металдарға толерантты өсімдік екені анықталды. Ақтөбе қаласының өнеркәсіп орналасқан аймағынан алынған барлық топырақ және өсімдік үлгілерінде хром мөлшері ШРК-дан асқаны белгілі болды.

**Кілт сөздері:** урбандалу, хром, топырақ, атомды-эмиссиялық әдіс.

M.M. Dauletbaeva, A.K. Tanybaeva, L.N. Ismagulova,  
G.A. Mukanova, A.A. Rysmagambetova

Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan, Almaty

\*e-mail: Lunara-98@mail.ru

### **Ecological assessment of chromium influence on the soil and plant of Aktobe city**

The main reason for the deterioration of the ecological state of urbanized territories is heavy metal pollution caused by cytotoxic and mutagenic effects on all living organisms, including plants. Heavy metals directly affect plants, penetrating into them, disrupt metabolism, reducing their productive qualities. In recent decades, one of the urgent problems is the increase in the use of chromium among heavy metals in a number of types of anthropogenic impact and the production of chromium, chromium contamination of soils and plants.

The main purpose of the research work is to conduct an environmental assessment of chromium accumulation in soils and plants of the city of Aktobe as a center of industrial, transport and social activity of the Aktobe region.

One of the most common dominant plants in the city of Aktobe is the creeping thistle. In this article, for the first time, a chromoaccumulating plant of the creeping thistle was identified, a study of its stem, root, leaf organs was carried out. As a result of the conducted research, it was found that the creeping thistle allows using it as an ecological and aesthetic method of recultivation of polluted territories as a result of industrial, agricultural and recreational impacts.

The atomic emission method was used to determine the concentration of chromium in soil and plants.

This article presents the results of an assessment of the state of the urban environment and the industrial zone by the degree of chromium accumulation by soils and plants. As a result of the study, it was found that the creeping thistle absorbs chromium very well, and is also a plant tolerant of metals, capable

of accumulating it in significant quantities. It became known that the chromium content in all soil and plant samples taken from the industrial zone of Aktobe exceeded the MPC.

**Key words:** urbanization, chrome, soil, atomic emission method.

М.М. Даулетбаева, А.К. Таныбаева, Л.Н. Исмагулова\*,  
Г.А. Мұқанова, А.А. Рысмагамбетова

Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Казахстан, г. Алматы

\*e-mail: Lunara-98@mail.ru

### Экологическая оценка влияния хрома на почву и растения города Актобе

Основной причиной ухудшения экологического состояния урбанизированных территории является загрязнение тяжелыми металлами, обусловленное цитотоксическим и мутагенным действием на все живые организмы, в том числе и на растения. Тяжелые металлы непосредственно воздействуют на растения, проникая в них, нарушают обмен веществ, снижая их продуктивные качества. В последние десятилетия одной из актуальных проблем является увеличение использования хрома среди тяжелых металлов в ряде видов антропогенного воздействия и производство хрома, загрязнение хромом почв и растений.

Основной целью исследовательской работы является проведение экологической оценки накопления хрома в почвах и растениях города Актобе как центра индустриальной, транспортной и социальной активности Актюбинской области.

Одним из наиболее распространенных доминантных растений в городе Актобе является растение бодяк полевой. В этой статье впервые было выявлено хромоаккумулирующее растение бодяк полевой, проведено исследование его стеблевых, корневых, листовых органов. В результате проведенного исследования было установлено, что бодяк полевой позволяет использовать его в качестве эколого-эстетического метода рекультивации загрязненных территорий в результате промышленных, сельскохозяйственных и рекреационных воздействий.

Для определения концентрации хрома в почве и растениях был использован атомно-эмиссионный метод.

В данной статье представлены результаты оценки состояния городской среды и производственной зоны по степени накопления хрома почвами и растениями. В результате исследования было установлено, что бодяк полевой очень хорошо поглощает хром, а также является растением, толерантным к металлам, способным накапливать его в значительных количествах. Стало известно, что содержание хрома во всех почвенных и растительных образцах, отобранных из промышленной зоны городе Актобе превышало ПДК.

**Ключевые слова:** урбанизация, хром, почва, атомно-эмиссионный метод.

### Кіріспе

Ауыр металдар басқада техногендік ластаушы заттар арасында маңызды орын алады, өйткені физикалық-химиялық немесе биологиялық деградацияға ұшырамай, топырақтың беткі қабатында жиналып, олардың қасиеттерін өзгертеді. Ол өсімдіктердің тамырында ұзақ уақыт сіңіріліп, трофикалық тізбектер арқылы миграция процесіне белсенді қатысады (Verpaу, 2008:763). Олардың арасында белгілі биологиялық функциялары бар және тірі организмдер үшін өмірлік маңызы бар элементтер де бар, бірақ биологиялық объектілерде олардың құрамының кейбір шектері жоғарылаған кезде улы заттар санатына айналады, сонымен қатар физиологиялық рөлі жеткіліксіз немесе белгісіз болып табылатын және салыстырмалы түрде аз концентрацияларда уытты әсер ететін элементтер бар. Ауыр металдардың қоршаған ортаның цикліне қосылуы (жауын-шашынмен еруі, топырақтың төменгі шөгінділерінде сіңірі-

луі және өсімдіктерде аккумуляциялануы) олардың трофикалық тізбектерде біртіндеп жинақталуына әкеледі (Suhanova, 2020:3).

Топырақтың тек миграция ортасы болып табылатын су мен атмосфералық ауадан өзгешелігі, ол техногендік ластанудың ең объективті және тұрақты индикаторы болып саналады, өйткені ол ластаушы заттардың эмиссиясын және олардың қала аймағында таралуын нақты көрсетеді (Suhanova, 2020:3).

Ауыр металдар арасында хром топырақ экологиясына әсер етеді, оның уыттылығы жоғары болғандықтан көптеген педобионттардың дамуы мен биологиялық белсенділігін тежейді. Хром (Cr) – жердің мантиясындағы 17-ші элемент және құрамында улы қосылыстары көп ауыр металл (Семенова, 2017:29). Табиғи түрде хромит түрінде ( $\text{FeCr}_2\text{O}_4$ ) ультра негізді және серпентин жыныстарында немесе крокоит ( $\text{PbCrO}_4$ ) және тарапакаит ( $\text{K}_2\text{CrO}_4$ ) және басқа металдармен бірге кездеседі (Helyna Oliveira, 2012:8).

Хром бірнеше тотығу күйінде болады, бірақ ең тұрақты және көп таралған формалары – Cr (0), үш валентті Cr(III) және алты валентті Cr(VI). Cr (0) – бұл өнеркәсіпте өндірілген болат пен басқа қорытпаларды жасау үшін жиі қолданылатын жоғары балку температурасы бар қатты зат. Өсімдіктердегі хром уыттылығы оның валенттілігіне байланысты болады. Cr (VI) және Cr (III) әр түрлі химиялық, токсикологиялық және эпидемиологиялық сипаттамаларға ие. Cr (VI) – эпителийдің күшті қоздырғышы, сонымен бірге адам үшін канцероген болып саналады (Helyna Oliveira., 2012:8). Хром өнеркәсіпте жануарлардың терісін илеу, су коррозиясын тежеу, тоқыма бояғыштары мен ұлағыштар, пигменттер, керамикалық глазурь, отқа төзімді кірпіш және қысыммен өңделген ағаш жасауда кеңінен қолданылады (Семенова, 2017:29). Осындай кең антропогендік мақсатта пайдалануына байланысты хроммен қоршаған ортаның ластануы артып, соңғы жылдары біраз алаңдаушылық тудыруда.

Хром өсімдіктерге сульфат тәрізді негізгі иондардың тасымалдаушылары арқылы сіңеді. Оның сіңуі, транслокациясы және жинақталуы оның түріне байланысты, бұл оның өсімдіктерге уыттылығын анықтайды. МЕСТ 17.4.1.02-83 ластану қауіпі бойынша ауыр металдардың үш сыныбы бар. Олар қауіптің жоғары, орташа және төмен деңгейіне сәйкес келеді. Хром бұл топта орташа қауіпті ауыр металдарға жатады (Singh Jiwan., 2011:1). Алайда, соңғы зерттеулер бойынша оның канцерогенділігі мышьяқтың уыттылық деңгейіне жақындаған, сондықтан хромды ауыр металдардың жоғары қауіпті химиялық формаларының бірінші тобына орналастыруға болады.

Хром топыраққа құрамында хром бар шлактар және хром қосылыстарының әркелкі формалары бар металл қалдықтары түрінде енеді. Техногендік хром топыраққа кен үйінділерінен, феррохром қожынан, металлургия кәсіпорындарының ағынды суларынан және т.б. жолдармен еніп, су мен өсімдіктерге түсіп, хром адам мен жануарлардың денсаулығына зиянды әсер етеді. Бұл тұрғыда тағам ретінде қолданылатын өсімдіктерде хромның жиналуы жануарлар мен адамдарға қауіп төндіруі мүмкін. Хромның концентрациясы оның топырақтағы жиынтық құрамы және әртүрлі қосылыстарының мөлшері бойынша зерттеледі. Топырақтағы хромның жалпы құрамының мәні техногендік ауытқулардың қуаанын бағалауға мүмкіндік беретін

Кларк мөлшерімен көрінеді. Оның деңгейі оң (Кларктың асып кетуі) және теріс (Кларктан төмен) болуы мүмкін. Топырақтағы хромның жалпы мөлшері геохимиялық кедергілердің сыйымдылығы мен контрастын бағалауға мүмкіндік береді. Топырақтағы әртүрлі хром қосылыстарының пішіні мен құрамы бойынша олардың топырақтағы масштабын, сондай-ақ өсімдіктер мен ауыз суға түсу концентрациясын анықтауға болады.

Өсімдіктердің хромды жинақтау қабілеті әркелкі деңгейлерде жүзеге асырылады: жасуша, тін және орган, бұл, ең алдымен, өсімдіктердің әртүрлі ұлпалар мен мүшелер жасушаларының, жасуша мембраналарында және вакуоладарында металдарды сіңіру қабілетімен, сонымен қатар бінеше ауыр металдардың қозғалысын шектейтін тосқауыл тіндерінің болуымен байланысты. Өсімдіктерге артық хромның әсерінен, ең алдымен, тамырлардың зақымдануы мен олардың өсуін тежеу байқалады (Summers, 2012:24).

Қала аумағында топырақ химиялық, биологиялық және радиоактивті ластануға ұшырайды. Топырақтың химиялық ластануын бағалауда ауыр металдармен соның ішінде хроммен ластануына айрықша назар аударылады.

Қалалық топырақтарда ластанушы химиялық элементтердің жинақталуы көбінесе өнеркәсіптік кәсіпорындармен қалдықтармен, шығарындылармен және төгінділермен байланысты болады.

Топырақтың ауыр металдармен ластануының негізгі өнеркәсіптік көздері тау-кен және металлургия өнеркәсібі кәсіпорындары (шамамен 35%), жылу электр станциялары (27%), мұнай өңдеу кәсіпорындары (15%), көлік (13%) және құрылыс кәсіпорындары болып саналады (Немцев., 2017:274). Топырақ ауыр металдардың ішінде Cr-мен болат пен суперфасфат өндірістерінен және кәріздік ағынды сулардың тұнбасынан ластанады (Немцев, 2017:274).

### **Зерттеу материалдары және әдістері**

Ақтөбе қаласының топырағы мен өсімдіктерінің құрамындағы хромға зерттеу жүргізілді. Қала аумағында топырақ қабатын атмосфера арқылы ластайтын техногендік шығарындылар көбінесе топырақтың жоғарғы беткі қабаттарында шоғырланады, сынамаларды іріктеу жер үсті және жер асты қабаттарынан жүргізілген. Біз зерттеу нысаны ретінде алып отырған Ақтөбе аумағы – Қазақстанның ірі



өнеркәсіптік кәсіпорындарымен дамыған өңірлерінің бірі. Өңір тау-кен металлургия, химия, мұнай өнеркәсібі мен аспап жасаудың қуатты базасы болып табылады. Өнеркәсіп өндірісіне 900-ден аса кәсіпорын тартылған. Ақтөбе облысының бірегей минералдық-шикізат базасы бар, оның шекараларында салыстырмалы түрде шағын территорияда кәсіпорындардың кең диапозонындағы экологиялық қауіпті нысандардың үлкен саны шоғырланған.

Ақтөбе облысының қоршаған ортасының негізгі ластану көзі хром және бор өндірістерінің техногендік әсерінен туындайды. Облыста хром кенін байыту үшін бор оксидін пайдаланатын хром қосылыстары мен феррокорытпалардың ірі зауыттары, әлемдегі көлемі бойынша екінші Оңтүстік Кемпірсай хром кен орны орналасқан. Зерттеу нысаны ретінде Ақтөбе қаласының топырақ үлгілері таңдалып, біз хромның (Cr) құрамына химиялық талдау жүргіздік. Сапаның негізгі критерийлері топырақтағы ластаушы заттардың шекті рұқсат етілетін концентрациясының (ШРК) мәні болып табылады. Ластануды бақылау бекеттері қаланың топырақ мониторингінде зерттелген келесі аймақтарда болды: 1 – Ақтөбе феррокорытпа зауыты (АФЗ) және Ақтөбе хром қосылыстары зауыты (АХҚЗ), 2 – 5-ші мөлтек ауданы (қала орталығы).

Қала аймағындағы өсімдіктердің құрамындағы хромды анықтау мақсатында зерттеу нысаны ретінде қызғылт қалуен өсімдігі алынды. Тыңайған жерлерде пайда болған бұл өсімдіктерде басым түрлер *Cirsium arvense*, ол көпжылдық арамшөп болып табылады. Бұл өсімдіктің жинақтау ерекшеліктеріне сүйене отырып, ауыр металдарды едәуір мөлшерде жинай алатын металдарға төзімді өсімдіктер ретінде таңдалды. Қызғылт қалуен өсімдігінің жапырақ, сабақ, тамырынан сынама алынып, зерттеу жұмысы жүргізілді.

Қызғылт қалуен – *Asteraceae* тұқымдасынан шыққан көпжылдық арамшөп шөпті өсімдік. Латынша атауы: *Cirsium arvense* L. Биіктігі 120 см, күшті өзек тамыры бар, тіршілігінің бірінші жылы топыраққа 2 м тереңдікке енеді, үшінші жылы – 4 м дейін, жапырақтары қарапайым. Маусым-қазан айларында гүлдейді. Өсімдік вегетативті жолмен таралады. Кез-келген топырақта, соның ішінде құрғақ және тұзды жерлерде өмір сүре алады. Ауыр металдарға қатынасы: Сг және Мп гипераккумуляторы, Ni 10 ШРК және Pb 50 ШРК дейін төзімді. Сонымен қатар Fe, N, P, K, Ca, Mg, Zn, Cu, Mn ауыр металдарын да өзіне жинақтайды (Нуржанова, 2019:227).

Жергілікті деңгейдің техногендік әсері кейде фондық деңгейден және максималды мөлшері шегінен бірнеше есе асатын хромның жинақталуына әкеледі. Хроммен жергілікті ластану негізінен өнеркәсіптік кәсіпорындардың, ЖЭО және т.б. шығарындыларымен байланысты болғандықтан, көп жағдайда бұл кәсіпорындардың шығарындыларының қарқындылығын және топырақтағы хромның жалпы және жылжымалы формалары негізінде олардың уақыт пен кеңістікте таралуын бағалау керек (Wiatrowska, 2015:20). Әдетте, топырақтың хроммен техногендік ластануын бақылау қажет болған жағдайда металдың жылжымалы құрамын анықтауға болады. Топырақтардағы хромның жылжымалы құрамын анықтау атомдық-эмиссиялық спектроскопия әдістерімен жүргізілген.

Топырақ мониторингін жүргізу үшін сынамаларды іріктеудің жалпы қабылданған әдіс-төмесіне сәйкес топырақ үлгілері «конверт» әдісімен 0-20, 20-40 см тереңдікте алынды. Конверт әдісі зерттелетін аумақтың объективті сипаттамасын алуға мүмкіндік береді. Қала топырақтары алуан түрлі, өйткені олардың құрамы мен қасиеттерін анықтайтын көптеген факторлары болады. Бір нүктеде ауыр металдың жоғары концентрациясы анықталса, ал үш метр қашықтықта олар мүлдем өзгеше болады және алынған аймақтың объективті сипаттамасын алу үшін бірнеше сынамалар алынып, оларды араластыруымыз керек (Калиева, 2018:129).

Топырақтың құрамынан хромды анықтаудың ең көп таралған әдістерінің бірі жалынмен атомдық эмиссиялық талдау әдісі немесе сынаманы атомизациялаудың электротермиялық тәсілімен анықтау.

Топырақ құрамындағы хромды РИ-005 Analyst-200 атомдық-эмиссиялық спектрометрінде анықтадық.

Топырақтың зиянды заттармен ластану қаупін гигиеналық бағалаудың негізгі критерийі топырақтағы химиялық заттардың шекті рұқсат етілген концентрациясы (ШРК) болып табылады (Suhanova, 2020:3). ШРК – бұл топырақтағы химиялық заттардың адам үшін зиянсыз құрамының кешенді көрсеткіші, өйткені оларды ғылыми негіздеуде пайдаланатын критерийлер ластаушы заттардың байланыс ортасына, топырақтың биологиялық активтілігіне және оны өзін-өзі тазарту үдерістеріне жанама әсерінің барлық мүмкін амалдарын көрсетеді. Бұл ретте әсер ету жолдары зияндылықтың әрбір көрсеткіші бойынша заттар құрамының рұқсат етілген деңгейін

негіздей отырып, сандық бағаланады. «ҚР Денсаулық сақтау министрлігінің 30.01.2004 ж. №99 және ҚР Қоршаған ортаны қорғау министрлігінің 27.01.2004 ж. №21-п бірлескен бұйрығы» бойынша топырақта жылжымалы хром 6,0 мг/кг және хром<sup>+6</sup> түрінің 0,05 мг/кг рұқсат етілген шекті концентрациясы (СанПиН 2.1.7.1287-03).

Өсімдік құрамындағы хром атомдық-эмиссиялық спектрометрде анықталды. Зерттелген өсімдік үлгілерінде сабағы, тамыры, жапырағында хромның құрамы зерттелді.

Хромның тірі зат пен абиотикалық орта арасында таралуын сипаттау үшін жинақталу коэффициенті (Кс) есептелді – химиялық элементтің топырақтан өсімдікке ауысуының сандық көрсеткіші, яғни өсімдіктердің ауа-құрғақ массасындағы хром концентрациясының (мг/кг) топырақтағы хром қосылыстарының жалпы және жылжымалы формаларының концентрациясына қатынасы (мг/кг). Егер Кс 1-ден аз болса, онда топырақтан өсімдіктердің ластануы жоғары болады, егер 1-ден көп болса, онда топырақтан хромның өсімдіктерге енуінен басқа, атмосферадан ластануда орын алады.

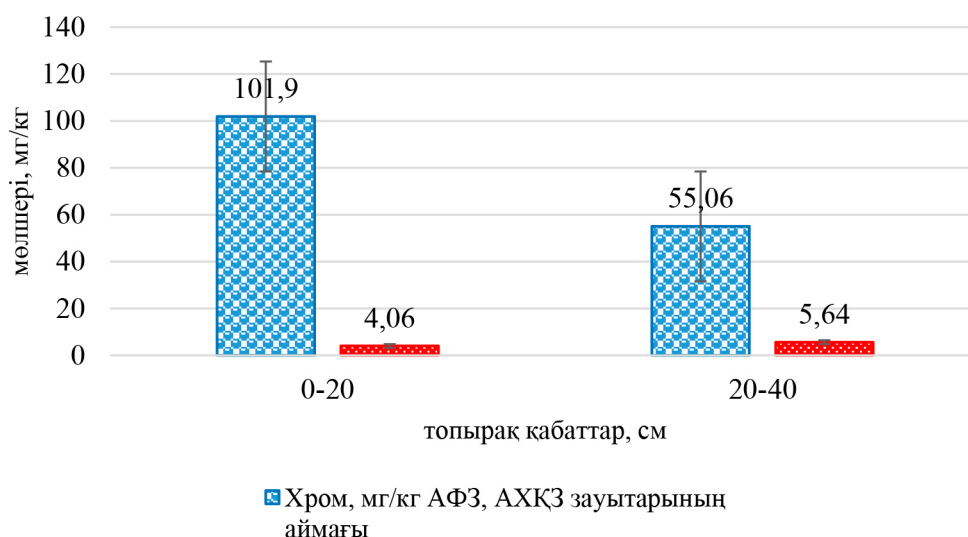
### Нәтижелер мен талқылаулар

Ақтөбе облысы топырағының ауыр металдармен ластану жағдайы 2021 жылғы маусым-

тамыз айларында Ақтөбе қаласында зауыт маңында іріктеп алынған топырақ сынамаларында хром мөлшері топырақтың 0-20 см қабатында 101,9 мг/кг, ал 20-40 см тереңдікте 55,06 мг/кг шамасында жинақталған. Талдау нәтижелерінің көрсеткіштері бойынша өнеркәсіп маңындағы топырақтағы хромның шекті жол берілетін концентрациялары артық мөлшерде жинақталғаны байқалады. Сондай-ақ өнеркәсіп территориясының топырағының жоғарғы 20 см-ге дейінгі қабатында өте көп мөлшерде, 40 см-ге дейінгі қабатында да мол аккумуляцияланған. Топырақтың тереңдікке байланысты хромның мөлшері азаятыны байқалады.

Қаланың орталығындағы топырақтың сынамаларында 0-20 см қабатта – 4,06 мг/кг, 20-40 см – 5,64 мг/кг шегінде болды. Қала ішіндегі хромның топырақта жиналу шамасы топырақтың төменгі 40 см-ге дейінгі аумағында көп шоғырланатыны анықталды. Ақтөбе қаласының топырағының құрамындағы хромның көрсеткіші 1 суретте көрсетілген.

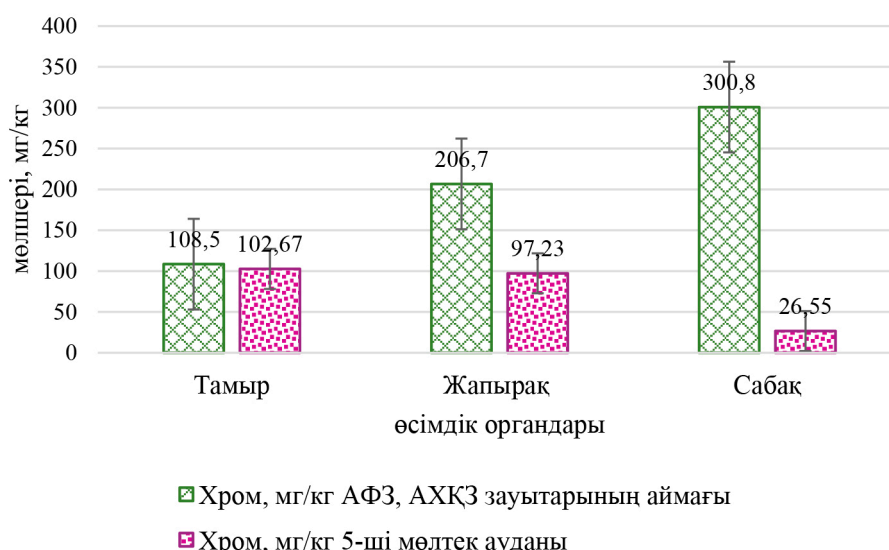
2021 жылдың маусым-тамыз айларында Ақтөбе қаласында зауыт маңында, жүргізілген қызғылт қалуен өсімдігінің сынамаларында хром мөлшері сабағында – 300,8 мг/кг, тамырында – 108,5 мг/кг, жапырағында – 206,7 мг/кг шегінде, ал қала орталығы орналасқан аймақта хром концентрациясы сабағы – 26,55 мг/кг, тамыры – 102,6 мг/кг,



1-сурет – Ақтөбе қаласындағы хромның топырақтағы мөлшері

жапырағы – 97,23 мг/кг шегінде болды. Ақтөбе қаласының топырағы мен өсімдіктеріне мониторинг жүргізу барысында көптеген деректерде зауыт маңы топырағындағы хромның концентрациясы рұқсат етілген деңгейден артып отыр. Хроммен ластанған аймақтар көлік қозғалысы

көп автомагистральдар және өндіріс ауданында шоғырланған. Барлық талданған сынамаларда хромның жылжымалы формасының жоғары концентрациясын атап өткен жөн. Сурет 2 хромның өсімдіктің тамыры, жапырағы және сабағында аккумуляциялануы сипатталады.



2-сурет – Ақтөбе қаласындағы хромның құрамына қызғылт қалуен өсімдігінің талдауы

Өсімдіктің бойында жинақталатын хром өнеркәсіп маңындағы өсімдіктің сабағында жиналатыны анықталды. Ал қала аумағындағы 5 мөлтек ауданда өсетін қалуен өсімдігінің тамыр жүйесінде аккумуляцияланатыны белгілі болды.

Топырақтағы ауыр металдардың шекті рұқсат етілген концентрациясын салыстыру ШРК нормативтеріне сәйкес белгіленді. Кс қауіптілік коэффициенті мына формула бойынша анықталды:

$$K_c = \frac{C_i}{C_{\phi i}} \quad (1)$$

$C_i$  – топырақтағы элементтің концентрациясы;  
 $C_{\phi i}$  – топырақтағы элементтің ШРК-сы.

$C_{\Gamma}$  жоғары концентрациясы, ең алдымен өндіріс шығарындыларымен байланысты. Мысалы, АФЗ, АХКЗ зауыттары маңынан алынған топырақтың хром мөлшері 0-20 см – 101,9, ал 20-40 см – 55,06. Сондықтан формула бойынша  $K_c$  (0-20 см) = 101,9/6 = 17,  $K_c$  (20-40 см) = 55,06/6

= 9,1. Топырақтың ластану қаупі неғұрлым жоғары болса,  $K_c$  мәні 1-ден асады. Топырақты талдамалық зерттеу деректері хром (Cr) бойынша ШРК – дан (топырақ қабатында 0-20 см-ден 17-ге дейін және 20-40см қабатында 9,1-ге дейін) айтарлықтай асып түскенін көрсетеді (1-кесте).

Өсімдіктер элементтерінің биологиялық сіңу қарқындылығын бағалау әдісі олардың өсімдік күліндегі құрамын және қоректік орта-топырақтағы құрамымен салыстыру болып табылады. Биологиялық сіңіру коэффициенті ( $A_x$ ) мына формула бойынша анықталды:

$$A_x = I_x / n_x,$$

мұндағы  $I_x$  – өсімдіктегі ауыр металдың мөлшері,  $n_x$  топырақтағы ауыр металдың мөлшері. Өсімдіктің бір түріне арналған микроэлементтер 100-1000 есе өзгеруі мүмкін.  $A_x > 1$  – де элементтер өсімдіктерде жиналады, ал  $A_x < 1$ -де олар тек ұсталады. Ең қарқынды элементтер газ фазасынан, әлсіз – ерітіндіден және әлсіз – қатты фазадан сіңеді. Алайда, өсімдіктер үшін

элементтердің негізгі көзі топырақтың қатты фазасы болып табылады. Мысалы, АФЗ, АХҚЗ зауыттары маңынан алынған өсімдіктегі хром мөлшерінің орташа мөлшері –  $205,3/78,5 = 2,6$ , қала орталығынан алынған өсімдікте –  $75,4/4,85 = 15,5$

Көбінесе топырақ бірден бірнеше элементтермен ластанғандықтан, олар үшін элементтер тобының әсерін көрсететін ластанудың жалпы көрсеткіші есептеледі:

$$Z_c = \sum_{i=1}^n K_{ci} - (n-1) \quad (2)$$

$K_{ci}$  – Сынамадағы І-ші элементтің шоғырлану коэффициенті;

$n$  – есепке алынатын элементтер саны.

**1-кесте** – Қала топырағының ластану деңгейі мен халық үшін қауіптілік дәрежесі

| Топырақтың ластану санаты | $Z_c$  | Халық денсаулығы көрсеткіштерінің өзгеруі  |
|---------------------------|--------|--|
| Рұқсат етілген            | <16    | Балалар ауруының және функционалдық ауытқулардың ең аз деңгейі   |
| Орташа қауіпті            | 16-32  | Сырқаттанушылықтың жалпы деңгейінің артуы  |
| Қауіпті                   | 32-128 | Сырқаттанушылықтың жалпы деңгейінің артуы, сонымен бірге созылмалы аурулары бар балалар санының көбеюі, жүрек-тамыр жүйесі бұзылыстарының көбеюі |
| Өте қауіпті               | >128   | Балалардың аурушандығының артуы, әйелдердің репродуктивтік функциясының бұзылуы  |

### Қорытынды

Зерттелетін аумақтың топырағын талдамалық зерттеу деректері хромның топырақ қабатында 0-20 см-ден 17 ге дейін және 20-40 см қабатында 9,1-ге дейін бойынша шекті жол берілетін концентрациялардан артуын көрсетіп тұр. Топырақтың ластану санаты 16-дан жоғары көрсеткіш халық денсаулығы бойынша сырқаттанушылықтың жалпы деңгейінің артуын көрсетеді. Осыған сәйкес Ақтөбе қаласын топырақтың ластануы бойынша орташа қауіпті аймаққа жатқызуға болады (1-кесте). Өсімдік сынамаларында қаралатын элементтердің ең көп шоғырлануы негізінен Ақтөбе қаласының өнеркәсіптік кәсіпорын-

дарынан 1-5 км қашықтықта табылды. Зерттелетін өсімдік түрлерінде Cr белсенді түрде жиналады. Мәселен, *Cirsium arvense* үшін орташа мәні зауыт маңында –  $A_x = 2,6$ , қала орталығы –  $A_x = 15,5$ .

Адам мен жануарлардың ауыр металдармен соның ішінде хроммен ластануының негізгі көзі өсімдіктер болып табылады. Көптеген деректерге сәйкес, тамақпен бірге ауыр металдардың 40-80% – ы және тек 20-40% – ы ауамен және сумен бірге ағзаға түседі. Сондықтан халықтың денсаулығы көбінесе тамақ үшін пайдаланылатын өсімдіктерде ауыр металдардың жинақталу деңгейіне байланысты (Shiyab, 2019:829).

Өсімдіктердің құрамында ауыр металдардың шамадан тыс мөлшерде жинақталуы, ең алдымен, олардың топырақтағы жоғары концентрациясына байланысты. Зерттелетін аумақтағы топырақтағы және өсімдіктердегі хромның жалпы мөлшері үшін шекті мәнінен асады. Біздің статистикалық талдауларымызға сүйене отырып, *Cirsium arvense* көп хром жинақтайтындығы және оны хроммен ластану индикаторы ретінде пайдалану ұсынылады деп қорытынды жасауға болады. Топырақтағы хром құрамының жоғарылауымен оның жалпы биологиялық белсенділігі бұзылады және бұл өсімдіктердің өсуіне және дамуына күрт әсерін тигізеді. Хром өсімдік органдарына біркелкі бөлінбейді. Біздің талдаулар бойынша хром өсімдік тамыры мен сабақтарында көп мөлшерде жиналған. Қоршаған ортаның хроммен бақылаусыз ластануы адам денсаулығына үлкен қауіп төндіреді. Уытты заттарды қабылдау адам организміндегі ішкі ағзалардың қайтымсыз өзгеруіне әкеледі. Нәтижесінде емделмейтін аурулардың дамуына әкеп соғады: асқазан-ішек жолдарының бұзылуы, бүйрек және бауыр коликасы, паралич. Осыған сәйкес адам ағзасына хромның түсу деңгейін барынша азайту қажет. Өсімдіктерге хромның енуінің негізгі жолы – тамырлар арқылы сіңірілуі. Сондықтан топырақ ортасы өсімдіктер үшін ауыр металдардың негізгі көзі болып табылады, олардың тамыр жүйесі хромды белсенді (метаболикалық) және пассивті (метаболикалық емес) сіңіре алады. Көп жағдайда элементтердің сіңу жылдамдығы олардың қол жетімді формаларының мазмұнымен байланысты болады. Бұл негізгі заңдылыққа бірнеше факторлар әсер етеді: 1) ортаның реакциясы, 2) кальций, магний және басқа иондардың концентрациясы, 3) топырақ ортасының температура, аэрация, тотығу потенциалы сияқты қасиеттері, 4) өсімдік түрі және оның даму кезеңі (Yeboah, 2021:137).

Хром негізінен тамырлар мен сабақтарда жинақталған. Өсімдіктің әртүрлі бөліктерінде хром жиналуы келесі ретпен жүрді: қала орталығында – тамыр > жапырақ > сабақ, зауыт маңында – сабақ > жапырақ > тамыр. Хром өсімдіктердегі бірнеше процестерге, атап айтқанда тұқымның өнуіне, өсуіне, өнімділігінің азаюына, сонымен қатар

фотосинтездің бұзылуы және қоректік заттар мен тотығу теңгерімсіздігі сияқты физиологиялық процестерге әсер етеді. Нәтижелер бойынша хром негізінен тамырларда, содан кейін сабақтар мен жапырақтарда жиналады деген қорытынды жасауға болады. Қалуен өсімдігі хромды аккумуляциялайтын өсімдік болатыны анықталды.

### Әдебиеттер

- Калиева Ж.К., Пивина Л.М., Танышева Г.А., Юрковская О.А. О влиянии антропогенных химических факторов и курения на развитие синдрома задержки развития плода. обзор литературы // Наука и Здравоохранение. – 2018. № 2. – С. 129-147.
- Немцев С.Н. Содержание валовых и подвижных форм тяжелых металлов в почве // Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А.Тимирязева. – 2017. – С. 274–279.
- Нуржанова А.А. Растения-фиторемиданты. – Алматы, 2019. – 227 с.
- Helena Oliveira, Chromium as an Environmental Pollutant: Insights on Induced Plant Toxicity // Journal of Botany. – 2012. – Vol. 2012. – P. 8.
- P.Vernay, C. Gauthier-Moussard, L. Jean et al. Effect of chromium species on phytochemical and physiological parameters in *Datura innoxia* // Chemosphere. -2008. – Vol. 72. no. 5. -P. 763–771.
- Singh Jiwan., Kalamdhad Ajay S. International Journal of Research in Chemistry and Environment // Singh et al. Int. J. Res. Chemistry and Environment. – 2011, – Vol. 1. – P.1.
- Summers J.K., Smith L.M., Case J.L., Linthurst R.A. A Review of the Elements of Human Well-Being with an Emphasis on the Contribution of Ecosystem Services. – 2012, – Vol. 12 – P. 23-30.
- Suhanova I. P., Sonko S. P., Vasylenko O. V., Shchetyna M. A., Nikitina O. V., Nechyporenko N. V., Balabak A. V., Soroka L. V., Shevchenko N. O., Hurskyi I. M. // Effect of heavy metals contamination in soil on the level of oncological diseases. Ukrainian Journal of Ecology. – 2020 – Vol.10(6). -P. 1-5.
- СанПиН 2.1.7.1287-03. Санитарно-эпидемиологические требования к качеству почвы.
- Shiyab, S. Morphophysiological Effects of Chromium in Sour Orange (*Citrus aurantium* L.). HortScience 2019, 54, 829–834.
- Suhanova I. P., Sonko S. P., Vasylenko O. V., Shchetyna M. A., Nikitina O. V., Nechyporenko N. V., Balabak A. V., Soroka L. V., Shevchenko N. O., Hurskyi I. M. Effect of heavy metals contamination in soil on the level of oncological diseases. // Ukrainian Journal of Ecology, – 2020, – Vol. 10(6), – P.1-5.
- Семенова Ю.М., Манатова А.М., Чайжунусова Н.Ж. Методологические основы организации медико-экологических исследований по оценке состояния здоровья населения экологически неблагоприятных территорий республики казахстан // Наука и Здравоохранение. – 2017. №5. – С. 29-41.
- Топырақты санитарлық-химиялық зерттеу бойынша нұсқаулық (нормативтік материалдар) // Ресейдің санитарлық-эпидемиологиялық қадағалау жөніндегі мемлекеттік комитеті. – М.: ЦНИИ “Электроника”, 1993. – 129с.
- Wiatrowska, K., Komisarek, J., Dluzewski, P. (2015). Effects of Heavy Metals on the Activity of Dehydrogenases, Phosphatases and Urease in Naturally and Artificially Contaminated Soils // Journal of Elementology, -2015. – P.20.
- Yeboah, J., Shi, G. and Shi, W. Effect of Hyavy Metal Contamination on Soil Enzymes Activities // Journal of Geoscience and Environment Protection, – 2021, -Vol.9, P.135-154. doi: 10.4236/gep.2021.96008.

### References

- Kalieve Zh.K., Pivina L.M., Tanysheva G.A., Yurkovskaya O.A. (2018). O vliyaniy antropogennyh himicheskikh faktorov i kureniya na razvitie sindroma zaderzhki razvitiya ploda. obzor literatury [On the contribution of anthropogenic chemical factors and smoking to the development of fetal development delay syndrome. literature review // Science and healthy nutrition] Nauka i Zdravooхранenie. № 2. P. 129-147.
- Helena Oliveira, (2012). Chromium as an Environmental Pollutant: Insights on Induced Plant Toxicity // Journal of Botany, – Vol. 2012- P. 8.
- Nemcev S.N. (2017). Soderzhanie valovyh i podvizhnyh form tyazhyolyh metallov v pochve // Rossijskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet [The content of gross and mobile forms of heavy metals in the soil // Russian State Agrarian University – MSHA named after X and also.Timiryazev.] – MSKHA im. K.A.Timiryazeva. – P. 274–279.
- Nurzhanova A.A. Rasteniya-fitoremidianty. (2019). [Plants-phytoremidants.] – Almaty, – P.227
- P. Vernay, C. Gauthier-Moussard, L. Jean et al. (2008). Effect of chromium species on phytochemical and physiological parameters in *Datura innoxia* // Chemosphere, – Vol. 72, no. 5, -P. 763–771.
- Suhanova I. P., Sonko S. P., Vasylenko O. V., Shchetyna M. A., Nikitina O. V., Nechyporenko N. V., Balabak A. V., Soroka L. V., Shevchenko N. O., Hurskyi I. M. (2020). Effect of heavy metals contamination in soil on the level of oncological diseases. // Ukrainian Journal of Ecology, – Vol. 10(6), – P.1-5.
- Semenova YU.M., Manatova A.M., Chajzhunusova N.Zh. (2017). Metodologicheskie osnovy organizacii mediko-ekologicheskikh issledovanij po ocenke sostoyaniya zdorov’ya naseleniya ekologicheskii neblagopriyatnyh territorij respublikii kazahstan [Methodological foundations of the organization of medical and ecological research on the assessment of the health status of the population of ecological unfavorable territories of the Republic of Kazakhstan // Science and Healthcare] Nauka i Zdravooхранenie. №5. P. 29-41.

Singh Jiwan., Kalamdhad Ajay S. (2011). International Journal of Research in Chemistry and Environment // Singh et al. Int. J. Res. Chemistry and Environment. – Vol. 1, – P.1.

Summers J.K., Smith L.M., Case J.L., Linthurst R.A. (2012). A Review of the Elements of Human Well-Being with an Emphasis on the Contribution of Ecosystem Services. – Vol. 12 – P. 23-30.

Suhanova I. P., Sonko S. P., Vasylenko O. V., Shchetyna M. A., Nikitina O. V., Nechyporenko N. V., Balabak A. V., Soroka L. V., Shevchenko N. O., Hurskyi I. M. (2020). // Effect of heavy metals contamination in soil on the level of oncological diseases. Ukrainian Journal of Ecology, - Vol.10(6), -P. 1-5.

SanPiN 2.1.7.1287-03. Sanitarno-epidemiologicheskie trebovaniya k kachestvu pochvy. [SanPiN 2.1.7.1287-03. Sanitary and epidemiological requirements for soil quality.]

Shiyab, S. (2019). Morphophysiological Effects of Chromium in Sour Orange (*Citrus aurantium* L.). HortScience P.829–834.

Topyrakty sanitarlyk-himiyalyk zertteu bojnynsha nyskaulyk (normativtik materialdar) // Resejdin sanitarlyk-epidemiologiyalyk kadagalay zhonindegi memlekettik komiteti. [Instructions for sanitary and chemical soil research (normative materials) // State Committee of Russia for Sanitary and Epidemiological Supervision. M.:CNII “Elektronika”] M.: CNII “Elektronika”, 1993. 129p.

Wiatrowska, K., Komisarek, J., Dluzewski, P. (2015). Effects of Heavy Metals on the Activity of Dehydrogenases, Phosphatases and Urease in Naturally and Artificially Contaminated Soils // Journal of Elementology, – P.20.

Yeboah, J., Shi, G. and Shi, W. (2021). Effect of Heavy Metal Contamination on Soil Enzymes Activities // Journal of Geoscience and Environment Protection, -Vol.9, P.135-154. doi: 10.4236/gep.2021.96008.

К.К. Ануарбеков<sup>1\*</sup>, А.М. Әбдібай<sup>1</sup>, Г.Ж. Меңдібаева<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Қазақстан, Алматы қ.

<sup>2</sup>Ж. Жиенбаев атындағы Қазақ өсімдікті қорғау және карантин ғылыми-зерттеу институты, Қазақстан, Алматы қ.

\*e-mail: kanat.anuarbekov@kaznaru.edu.kz.

## СЫРДАРИЯ ӨЗЕНІНІҢ ТӨМЕНГІ АҒЫСЫНЫҢ ТӨГІНДІ ЖӘНЕ ҚАШЫРТҚЫ-КӘРІЗ СУЛАРЫНЫҢ ӘСЕРІНЕН ЛАСТАНУЫНЫҢ ӘЛЕУМЕТТІК-ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ЗАРДАБЫН БАҒАЛАУ

Арал-Сырдария су шаруашылық бассейнінде суармалы егіншіліктің қарқынды дамуы Сырдария өзенінің суының сапасына күрт әсер етіп, екі негізгі салдарға алып келді. Яғни, тұщы су қоры азайды және қашыртқы-кәріз суларымен бірге ластаушы заттардың көлемі артты, оның ішінде негізгілері әртүрлі улы тұздар болып табылады. Нәтижесінде әртүрлі агрохимикаттардың қалдықтарымен ластанған суармалы жерлерден шыққан қашыртқы-кәріз сулары өзен суымен араласып, өзендегі қалған су ресурстарының сапасын нашарлатып отыр. Сонымен қатар тұздар мен агрохимиялық қалдықтармен ластанған ауыл шаруашылығы саласынан бөлек, ірі облыстардан шыққан өнеркәсіптік және коммуналдық саланың зиянды заттарының әсерінен болып жатқан ластануларды да айта кеткен жөн.

Қазақстан аумағындағы Сырдария өзенінің суының сапасы Өзбекстан территориясынан келіп түсетін ластаушы заттардың әсерінен қалыптасады. Көкбұлақ ауылы (шекара бекеті) маңындағы учаскеде өзен суына орташа жылдық көрсеткішпен 4 ШРК (шекті рауалы концентрация) тең нитриттер мен фенолмен ластанған сулар тасталады, сондай-ақ ондағы темір және мұнай өнімдері 1 ШРК дейін жетеді. Талдау үлгілерінің көпшілігінде нитриттердің мөлшері нормадан асып түседі, алайда бұл көрсеткіш бойынша ластанудың жоғары деңгейі, әдетте, байқалмайды. Вегетациялық кезеңде пестицидтермен айтарлықтай ластану байқалады. Шардара су қоймасының төменгі бөлігінде судағы пестицидтердің мөлшері айтарлықтай төмендейді, ал басқа ластаушы заттардың концентрациясы жоғары деңгейде қалып отыр. Өзеннің төменгі ағысында пестицидтермен ластану деңгейі жоғарылайды да қазіргі (Қазалы) атырауы аймағында ең жоғарғы көрсеткішке жетеді. Өзеннің осы бөлігінде басқа ластаушы заттардың ішінде мұнай өнімдерінің, нитритті азот пен органикалық заттардың концентрациясының артуы жүйелі түрде байқалады.

Қазақстанның суармалы аймағындағы табиғи-экологиялық жағдайға суармалы егіншіліктің әсері Орталық Азия мен Қазақстандағы егіншілікті дамыту Концепциясымен айқындалған. Қазақстанның суармалы аймақтарында қалыптасқан экологиялық жағдайды тұрақтандыру, экологиялық-мелиоративтік жағдайды қалыпқа келтіру мәселесі Қырғызстан мен Өзбекстанның әртүрлі су шаруашылығы аймақтарымен тікелей байланысты.

Мақалада Сырдария өзенінің ластануынан келтірілген зардаптарды анықтау және ластанудан келген шығын көлемін бағалау мәселелері қарастырылған.

**Түйін сөздер:** төгінді су, қашыртқы, кәріз, ластаушы заттар, әлеуметтік-экологиялық зардап, тазалау.

K. Anuarbekov<sup>1\*</sup>, A. Abdibay<sup>1</sup>, G. Mengdibayeva<sup>2</sup>,

<sup>1</sup>Kazakh National Agrarian Research University, Kazakhstan, Almaty

<sup>2</sup>Kazakh Research Institute of Plant Protection and Quarantine after Zh.Zhienbayev, Kazakhstan, Almaty

\*e-mail: kanat.anuarbekov@kaznaru.edu.kz.

### Assessment of socio-ecological damage from pollution by waste and collector-drainage water in the lower reach of the Syrdarya river

The intensive development of irrigated agriculture in the Aral-Syrdarya water basin has had a significant impact on water quality in the Syrdarya River, with two main consequences. That is, fresh water reserves have decreased and the amount of pollutants has increased along with sewage, the main of which are various toxic salts. As a result, wastewater from irrigated lands, contaminated with various agrochemical wastes, mixes with river water, deteriorating the quality of the remaining water resources in the river. In addition to the agricultural sector, which is polluted with salts and agrochemical waste, it is worth noting the pollution of the industrial and domestic sectors with harmful substances from large areas.

Water quality in the Syr Darya River in Kazakhstan is affected by pollutants from Uzbekistan. In the area of the village of Kokbulak (boundary station), the average annual concentration of 4 MPC (maxi-

mum permissible concentration) of water contaminated with nitrites and phenols, as well as iron and oil products, up to 1 MPC, is discharged into the river water. Most of the analyzed samples have higher levels of nitrite, but high levels of contamination are not usually observed. Significant pesticide pollution is observed during the growing season. In the lower part of the Shardara reservoir, the level of pesticides in the water is significantly reduced, while the concentration of other pollutants remains high. The level of pesticide pollution in the lower reaches of the river increases and reaches its peak in the area of the modern (Kazalinsky) delta. In this part of the river, among other pollutants, there is a systematic increase in the concentration of oil products, nitrite nitrogen and organic matter.

The impact of irrigated agriculture on the natural and ecological situation in the irrigated territories of Kazakhstan is determined by the Concept for the Development of Agriculture in Central Asia and Kazakhstan. The issue of stabilizing the ecological situation in the irrigated territories of Kazakhstan, restoring the ecological and reclamation situation is directly related to various water management regions of Kyrgyzstan and Uzbekistan.

The article deals with the issues of determining the damage caused by pollution of the Syrdarya River and assessing the amount of damage from pollution.

**Key words:** sewage, collector, drainage, pollutants, social and environmental damage, cleaning.

К.К Ануарбеков<sup>1\*</sup>, А.М. Абдибай<sup>1</sup>, Г.Ж. Мендибаева<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup>Казахский научно-исследовательский институт защиты  
и карантина растений им.Ж.Жиенбаева, Казахстан, г. Алматы

\*e-mail: kanat.anuarbekov@kaznaru.edu.kz.

### **Оценка социально-экологического ущерба от загрязнения сточными и коллекторно-дренажными водами в низовьях реки Сырдарья**

Интенсивное развитие орошаемого земледелия в Арало-Сырдарьинском водном бассейне оказало значительное влияние на качество воды в реке Сырдарья с двумя основными последствиями. То есть уменьшились запасы пресной воды и увеличилось количество загрязняющих веществ вместе со сточными водами, основными из которых являются различные ядовитые соли. В результате сточные воды с орошаемых земель, загрязненные отходами различных агрохимикатов, смешиваются с речной водой, ухудшая качество оставшихся в реке водных ресурсов. Помимо аграрного сектора, который загрязнен солями и агрохимическими отходами, стоит отметить загрязнение вредными веществами промышленного и коммунально-бытового секторов с больших территорий.

На качество воды в реке Сырдарья в Казахстане влияют загрязняющие вещества из Узбекистана. В районе поселка Кокбулак (пограничный створ) в речную воду сбрасывается среднегодовая концентрация 4 ПДК (предельно допустимая концентрация) воды, загрязненной нитритами и фенолами, а также железом и нефтепродуктами до 1 ПДК. В большинстве проб анализа количество нитрита превышает норму, но высоких уровней загрязнения обычно не наблюдается. Значительное загрязнение пестицидами наблюдается в течение вегетационного периода. В нижней части Шардаринского водохранилища уровень пестицидов в воде значительно снижен, а концентрация других загрязняющих веществ остается высокой. Уровень загрязнения пестицидами в низовьях реки возрастает и достигает своего пика в районе современной (Казалинской) дельты. В этой части реки среди других загрязняющих веществ наблюдается систематическое увеличение концентрации нефтепродуктов, нитритного азота и органического вещества.

Существенное влияние орошения на природную и экологическую обстановку в зоне орошаемого земледелия Казахстана было определено самой концепцией развития орошения в Средней Азии и Казахстане. Проблема сокращения существующих экологических условий на орошаемых землях Казахстана и нормализация эколого-мелиоративной обстановки непосредственно связаны между различными водохозяйственными районами Кыргызстана и Узбекистана.

В статье рассматриваются вопросы оценка ущерба от загрязнения р.Сырдарья и приведется величины ущерба от загрязнения.

**Ключевые слова:** сточные воды, коллектор, дренаж, загрязняющие вещества, социально-экологический ущерб, очистка.



## Кіріспе

Жоғарыда аталған елдердің территориясымен ағып келетін Сырдария өзенінің суының тұздылығы бізге жеткенде 1,75 г/л жақындайды. Өзен суы әсіресе суармалы жерлерде қолданылатын пестицидтермен, хлорорганикалық пестицидтермен ластанған. Қазақстан территориясында да судың минералдануы өте жоғары деңгейде.

Жалпы өзеннің төменгі ағысындағы суармалы жерлерде суармалы сумен келіп түсетін тұздардың топырақтағы және жер асты суларындағы тұз қорының көбеюі байқалады. Олардың қарқындылығы көп жағдайда суармалы судың тұздылығына және су алу көлеміне байланысты. Сондықтан Сырдария өзенінің ағынын реттеу нәтижесінде, суармалы жерлердің қарқынды игерілуі барысында, өзеннің жоғарғы ағысынан тасталатын қашыртқы-кәріз және төгінді сулардың әсерінен, топырақ-экологиялық процеске көңіл бөлінбей келеді ((Мустафаев, 1997; Sara Valsecchi және т.б., 2012; Anuarbekov және т.б., 2015). Осылайша, Сырдария өзені бассейнінің табиғи ортасына антропогендік әсер ету нәтижесінде тұздар негізінен жер асты суларында жинақталып суармалы жерлердің мелиоративтік және экологиялық жағдайын нашарлатып, ол жерлерді бақылаусыз және есепке алынбайтын аймаққа шығаруы мүмкін.

Сондықтан экономикалық тетік ретінде су ресурстарының ластануынан келтірілген шығынның сметасы сияқты басқару параметрлерін енгізу қажет. Бұл өз кезегінде ауыл шаруашылығында экологиялық таза және заманауи технологияларды енгізуді, судың ластануы нәтижесінде ауыл шаруашылығына келтірілген зардаптарды өтеуге бетбұрыс болатыны белгілі.

Аталған шаруашылық қызметтердің су ресурстарына кері әсер етуі нәтижесінде халық шаруашылығына және мемлекетке келтірілген зардабын толық есептеу үшін экономикалық, әлеуметтік-экономикалық және әлеуметтік зардаптарды қамтитын экономикалық бағалау негізінде және аймақтың экологиялық жағдайына әсер ететін факторларды ескере отырып анықтаған дұрыс ((Мустафаев, 1997; Drovovozova және т.б., 2021; Mohammadreza, 2020).

**Әдістемесі.** Экономикалық зардаптарды ( $\mathcal{E}_y$ ) – өнім сапасының төмендеуінен болатын шығындар ( $\mathcal{E}_c$ ), өнім тапшылығынан болатын шығындарды ( $\mathcal{E}_n$ ) және табиғи ортаның тұрақты жағдайын қалпына келтіруге немесе сақтауға арналған шығындары ( $\mathcal{E}_r$ ) анықтауға арналған кешенді әдістемелік нұсқаның математикалық моделін алғашқы рет Ж.С. Мұстафаев құрастырған (Мустафаев, 1997, 301-311 б.).

Ж.С. Мұстафаевтың су ресурстарының ластануын туындайтын әлеуметтік-экономикалық-экологиялық шығынды анықтауға арналған кешенді әдістемелік нұсқасы, оның құрамдық бөліктерін толық қамтитын болғандықтан, табиғаты үйлестіру және пайдалану кезіндегі тіршілік және қоршаған ортаға келтірілетін зардаптарды бағалауға кеңінен қолданылады (Anuarbekov және т.б., 2021; Ануарбеков және т.б., 2014; Ануарбеков, Зубаиров, 2013; Есполов және т.б., 2016).

Әлеуметтік-экономикалық зардаптарға ( $\mathcal{C}_y$ ) – ауруға шалдыққандар санының ұлғаюына байланысты денсаулық сақтау мен әлеуметтік қамтамасыз ету шығындары ( $\mathcal{C}_3$ ), қоршаған ортаның нашарлауынан туындаған көші-қон салдарынан болған шығындар ( $\mathcal{C}_n$ ) және қоршаған ортаның қанағаттанарлықсыз жағдайына байланысты қосымша демалыс құнының шығындары ( $\mathcal{C}_o$ ) жатады (Мұстафаев, 1997, 302 б.).

Әлеуметтік зардаптар ( $\mathcal{C}_y$ ) – қоршаған ортаның бұзылуынан болатын эстетикалық шығындардан ( $\mathcal{C}_3$ ), демалыс орындарының қанағаттанарлықсыз жағдайынан туындаған психологиялық шығындардан ( $\mathcal{C}_n$ ) және қоғамдағы адамдардың өмір сүруі үшін экологиялық жағдайлардың нашарлауынан туындаған шығындардан ( $\mathcal{C}_o$ ) тұрады. Мұның барлығы су көздерін ластаудан халық шаруашылығына келтірілген өтелетін зардаптардың жиынтығы болып табылады және жеке зардаптардың жиынтығы ретінде анықталады (Мустафаев, 1997, 303 б.):

$$\sum_i y_{щ} = \mathcal{E}_y + \mathcal{C}_y = (\mathcal{E}_c + \mathcal{E}_n + \mathcal{E}_r + \mathcal{E}_o) + (\mathcal{C}_3 + \mathcal{C}_n + \mathcal{C}_o)$$

## Нәтижесі

Жоғалған өнімді қалпына келтіру бойынша әр түрлі іс-шараларды жүргізетін су пайдаланушылардың су көздерінің ластануынан келтіретін экономикалық зардаптар мына теңдеумен анықталады:

$$\mathcal{E}_c = (\mathcal{C}_1 - \mathcal{C}_2) \mathcal{B}_n$$

мұндағы,  $\mathcal{C}_1$  және  $\mathcal{C}_2$  – су көзінің ластануына дейінгі және ластанғаннан кейінгі ауыл шаруашылығы өнімдерін сатып алу бағасы;  $\mathcal{B}_n$  – ауыл шаруашылығы өнімінің жылдық көлемі.

$$\mathcal{E}_n = \Delta \mathcal{B}_n (\mathcal{C}_1 - \mathcal{C}_2 + \Delta \mathcal{K})$$

мұндағы,  $C_1$  және  $C_2$  – су көздерін ластауға және қарашірікті жоюға дейінгі және одан кейінгі өндірістік шығындар;  $\Delta B_n$  – су көздерінің ластануымен топырақ құнарлығының нашарлауы барысындағы өнімнің жылдық өндірісінің төмендеуі;  $\Delta K$  – су көздерінің ластануы мен топырақ құнарлығының жойылуы кезіндегі су тұтынушылардың меншікті күрделі қаржысының артуы.

Су шаруашылығы аймағына ластаушы заттардың жыл сайынғы төгілуінен болатын жылдық зардаптарды экономикалық бағалау мына теңдеумен анықталады (Временная типовая методика определения..., 1986):

$$Э_r = 144 \cdot B_k \cdot M$$

мұндағы,  $B_k$  – су шаруашылығы аймақтары мен өзен бассейндерін сипаттайтын тұрақты шама;  $M$  – су көздеріне жыл сайынғы төгілетін қоспалардың берілген массасы, т/жыл және ол төмендегі теңдеумен анықталады:

$$M = \sum_{i=1}^N A_i \cdot m_i$$

мұндағы,  $i$  – төгінді қоспалардың реттік нөмірі;  $m_i$  –  $i$ -ші қоспаның жылдық төгіндісінің жалпы массасы, т/жыл;  $N$  – су көзіне тасталатын қоспалардың жалпы саны;  $A_i$  – су объектілеріне  $i$ -ші қоспалардың төгіндісінің салыстырмалы қауіптілік көрсеткіші, т/жыл, ол мына теңдеумен анықталады:

$$A_i = 1 / \text{ПДК}_{p/x/}$$

мұндағы,  $\text{ПДК}_{p/x/}$  – балық шаруашылығы мақсатында пайдаланылатын судағы  $i$ -ші қоспалардың шекті рұқсат етілген концентрациясы, т/м<sup>2</sup>.

Төгінді сулардың әртүрлі шамасына байланысты кейбір ластаушы заттардың көрсеткіші  $A_i$  1 – кестеде көрсетілген.

**1-кесте** – Төгінді суларды суармалы егіншілікке пайдалану кезіндегі экономикалық шығындардың алдын алудың есептік мәні

| Ластану көрсеткіштері | Төгінді сулардың құрамындағы қоспалардың жылдық массасы, г/м | Ластаушы заттардың концентрациясы және суару алдында төгінді сулардың құрамы, г/м <sup>3</sup> | Топырақты тазарту дәрежесі (ШРК), г/м <sup>3</sup> | Алынған топырақтың ластану мөлшері, м, г/м <sup>3</sup> | Қоспалардың $i$ заттардың қауіпті төгіндісіне қатысты көрсеткіш ( $A_i$ ) |
|-----------------------|--|--|--|---|---|
| Қалқыма заттар        | Қалалық төгінді сулар  | 485,4  | 20,0   | 465,4   | 0,05  |
| ОБҚ5                  | 23,3   | 120,0  | 3,0  | 117,0   | 0,33  |
| ОХҚ                   | 38,6   | 152,0  | 6,0  | 146,0   | 0,17  |
| Жалпы азот            | 24,8   | 13,4   | -  | 3,4   | 0,10  |
| Қалқыма заттар        | 0,3  | 595,0  | 20,0   | 585,0   | 0,05  |
| ОБҚ5                  | Құс фабрикасы  | 1500,0   | 3,0  | 1497,0  | 0,33  |
| ОХҚ                   | 29,3   | 850,0  | 6,0  | 844,0   | 0,17  |
| Жалпы азот            | 494,0  | 64,0   | 10,0   | 54,0  | 0,10  |
| Қалқыма заттар        | 143,5  | 1987,0   | 20,0   | 1967,0  | 0,05  |
| ОБҚ5                  | 5,4  | -  | -  | -   | -   |
| ОХҚ                   | Мал шаруашылығы кешендерінің төгінді сулары (ірі қара)       | 214,0  | 6,0  | 5208,0  | 0,17  |
| Жалпы азот            | 98,4   | 805,0  | 10,0   | 795,0   | 0,10  |
| Қалқыма заттар        | -  | 143,0  | 20,0   | 123,0   | 0,05  |
| ОБҚ5                  | 885,4  | 59,0   | 3,0  | 56,0  | 0,33  |
| ОХҚ                   | 79,5   | 313,0  | 6,0  | 307,0   | 0,17  |
| Жалпы азот            | Өндіріс орындарының нормативтік таза суы                     | 29,0   | 10,0   | 19,0  | 0,10  |
| Қалқыма заттар        | 6,2  | 800,0  | 20,0   | 780,0   | 0,05  |

|                |   |        |      |        |      |
|----------------|---|--------|------|--------|------|
| ОБҚ5           | 18,5                                    | -      | -    | -      | -    |
| ОХҚ            | 52,2                                    | 144,2  | 6,0  | 1436,0 | 0,17 |
| Жалпы азот     | 1,9                                     | 1288,0 | 10,0 | 1278,0 | 0,10 |
| Қалқыма заттар | Ет комбинатының төгінді сулары          | 328,0  | 20,0 | 308,0  | 0,05 |
| ОБҚ5           | 39,0                                    | -      | -    | -      | -    |
| ОХҚ            | -                                       | 352    | 6,0  | 346,0  | 0,17 |
| Жалпы азот     | 244,1                                   | 23     | 10,0 | 13,0   | 0,10 |
|                | Мақта-қағаз комбинатының төгінді сулары | 15,4   | -    | 58,8   | 1,3  |

Қоршаған ортаның тұрақты жағдайын қалпына келтіруге немесе қолдауға жұмсалған шығындардан келген экономикалық зардап мына теңдеумен анықталады (Мустафаев, 1997, 304 б.):

$$\mathcal{E}_в = (Cб_1 - Cб_2) \cdot W_i$$

мұндағы,  $Cб_1$  және  $Cб_2$  – су қорғау шараларының жеке-жеке кезеңдерін жүзеге асырғанға дейінгі және одан кейінгі  $1 \text{ м}^3$  суды тазартудың өзіндік құны, теңге;  $W_i$  – ластанған сулардың көлемі,  $\text{м}^3$ .

Ауруға шалдыққандар санының артуына байланысты элеуметтік-экономикалық зардаптар, ластанған және бақылаудағы (ластанбаған) аймақтардың сырқаттану көрсеткіштерін салыстыру арқылы зерттелетін тікелей есептеу әдісімен анықталады. Яғни, ауруға шалдыққандар санының артуынан болатын зардап ( $CЭ_3$ ) «күтпеген» өнімдер мен емдеуге кеткен шығындардың жиынтығы ретінде анықталады (Мустафаев, 1997, 304 б.).

$$CЭ_3 = H + C_1 + C_2$$

мұндағы,  $H$  – толық жеткізілмеген өнімнің бағасы, теңге;  $C_1$  – стационардағы емдеуге жұмсалған қаражат, теңге;  $C_2$  – науқастарды медициналық тексеруге жұмсалған қаражат, теңге.

$$H = B \cdot P_{рд}$$

мұндағы,  $B$  – бір жұмысшының тәуліктік орташа өнімділігі, теңге;  $P_{рд}$  – сырқаттану көрсеткішінің артуынан еңбекке жарамсыздыққа байланысты жоғалған жұмыс күндерінің саны.

$$C_1 = K \cdot D$$

мұндағы,  $K$  – стационарда болған күндегі төсек құны, теңге;  $D$  – стационарда болған күндер саны.

$$C_2 = K_1 \cdot D_1$$

мұндағы,  $K_1$  – дәрігерге бір реттік қаралу құны, теңге;  $D_1$  – медициналық тексеру ұзақтығы.

Қоршаған ортаның нашарлауынан туындаған көші-қон салдарынан болған шығындар ( $CЭ_м$ ) «өндірілмеген өнім мен өтемақы шығындарының» жиынтығы ретінде анықталады (Мустафаев, 1997, 307 б.).

$$CЭ_м = H_1 + \mathcal{Z}_к = (B_c \cdot T_k) + (K_p \cdot \Pi)$$

мұндағы,  $H_1$  – көші-қон кадрына байланысты өндірілмеген өнімнің бағасы, теңге;  $\mathcal{Z}_к$  – қоршаған ортаның нашарлауынан туындаған халықтың көші-қонына байланысты өтемақы шығындары, теңге;  $B_c$  – бір жұмысшының орташа жылдық өнімділігі, теңге;  $T_k$  – қоршаған ортаның нашарлауына байланысты кадрлардың тұрақсыздығы, сағ;  $K_p$  – көші-қон нәтижесінде алынған өтемақы жиынтығы;  $\Pi$  – қоршаған ортаның нашарлауына байланысты тұрғылықты жерін өзгерткен адамдар саны, адам.

Қоршаған ортаның қанағаттанарлықсыз жағдайына байланысты қосымша демалыс құнының шығындары ( $CЭ_о$ ) төмендегі теңдеумен анықталады (Мустафаев, 1997, 307 б.):

$$CЭ_о = H + C_3 = B \cdot P_о + K_c \cdot D_о$$

мұндағы,  $P_о$  – қоршаған ортаның қанағаттанарлықсыз жағдайына байланысты қосымша

демалыс үшін жоғалған жұмыс күндерінің саны;  $K_c$  – демалыс үйлері мен курорттық шипажайларда болған күндегі төсек құны;  $D_0$  – демалатын жайларда және емдік шипажайларда болған күндердің саны.

Ең негізгісі және ең ауыры осы су ресурстарының ластануынан және олардың таусылуынан халық шаруашылығына келетін әлеуметтік зардаптарды анықтау болды. Қоршаған ортаның ластануынан әлеуметтік залал келгені үшін белгілі-бір төлем көрсеткіші қарастырылмағандықтан, оларды халық шаруашылығында өндіріс құралы ретінде жаңа жерлердің құнының нормасы ретінде ғана шамамен анықтауға болады, яғни (Мустафаев, 1997, 302 б.).

$$C_y = (C_z + C_n + C_j) = F(C_0 + K_b)$$

мұндағы,  $F$  – өзеннің бассейніндегі демалыс орнының ауданы, га;  $C_0$  – жер телімінің құны, теңге/га;  $K_b$  – демалыс орнының экологиялық ахуалын қалыпқа келтіруге жұмсалған күрделі қаржы, теңге/га.

Су объектілерінің ластануынан болған шығындар ластанған судың сапасын қажетті нормаға дейін қалпына келтіруге жұмсалған шығындарға тең болады. Шығын мөлшері тасталған ластаушы заттардың массасына ( $P_i$ ), шығынның меншікті мәніне, ластану түріне ( $i$ ) және су объектілерінің дәрежесіне байланысты төмендегі теңдеумен анықталады (Временная типовая методика определения..., 1986):

$$P_i = Q_i(K_{pi} - K_{hi}) \cdot t_i \cdot 10^6$$

мұндағы,  $P_i$  – барлық шығындарды ( $m_i$ ) есептеу барысында ескерілетін  $i$ -ші ластағыш заттардың

массасы;  $Q_i$  –  $i$ -ші ластағыш заттардан асатын қайтарма су өтімі, м<sup>3</sup>/сағ;  $K_{pi}$  және  $K_{hi}$  – суды пайдалану мен қорғауды реттеу бойынша уәкілетті органдармен келісілген, нақтыланған және рұқсат етілген су беру кезіндегі  $i$ -ші ластағыш заттардың орташа концентрациясы, г/м<sup>3</sup>;  $t_i$  –  $i$ -ші ластағыш заттардың тасталу кезеңі, сағат.

**Талқылау.** Мұндай концентрация кезінде зардаптардың мөлшерін «Жер үсті суларын қорғау ережелерінде» берілген талаптарға сәйкес ластанған су көздерінің суын тазалаудың берілген шығындары бойынша төмендегі теңдеумен анықтауға болады:

$$Y_i = P_i \cdot C_y$$

мұндағы,  $Y_i$  – су ресурстарының ластануынан келген зардаптар, теңге;  $C_y$  – тасталған ластаушы заттардың массасынан халық шаруашылығына келтірілген шығынның меншікті мәні, тг/т (Volodymyr Pohrebennyuk және т.б., 2020).

Сырдария өзенінің гидрогеологиялық және гидрохимиялық мәліметтерін, берілген шығындарды пайдалана отырып тасталған төгінді және қашыртқы-кәріз суларының түрі мен химиялық құрамына сәйкес массасынан әлеуметтік-экологиялық зардаптарының мөлшерін анықтадық, сондай-ақ оның мәндері 2-кестеде келтірілген.

2-кестеден көріп отырғанымыздай, Түркістан және Қызылорда облыстарының әлеуметтік-экологиялық орасан зор зардабы суармалы егіншілік пен өнеркәсіп кеңінен дамыған Сырдария өзені алабында 1425,235 млн.теңгені құрап отыр (Anuarbekov және т.б., 2018; Anuarbekov және т.б., 2018; Қалыбекова және т.б., 2016; Мустафаев 1997; Айдаров 1985).

2-кесте – Қазақстан территориясында Сырдария өзенінің ластануынан келетін әлеуметтік-экономикалық зардаптар

| Ластану көздері  | Көрсеткіштер  |                 |                   |
|--|---------------|-----------------|-------------------|
|  | $P_i$ , млн.т | $C_y$ , теңге/т | $Y_i$ , млн.теңге |
| Өнеркәсіп  | 0,25          | 130,14          | 32,535            |
| Коммуналдық шаруашылық                                 | 0,52          | 130,32          | 67,766            |
| Ауыл шаруашылығы                                       | 0,015         | 126,0           | 1,894             |
| Суармалы жерлерден шыққан қашыртқы-кәріз сулары        | 10,09         | 129,6           | 1297,3            |
| Қалалық жерлерден шыққан жер үсті (қар, жаңбыр) сулары | 0,20          | 128,7           | 25,74             |
| <b>Барлығы:</b>  | <b>11,075</b> | <b>644,76</b>   | <b>1425,235</b>   |

## Қорытынды

Қазіргі таңда аймақтың экологиялық жағдайындағы қажетті шаралар негізіне канализация жүйелері мен ескірген тазалау құрылыстарын қалпына келтіру, жөндеу және жаңа құрылыстарды жүргізу жұмыстары кіреді. Бірінші кезекте тұрған мәселелердің бірі бұл өзеннің бойына кең ауқымда зерттеу жұмыстарын жүргізу. Өзеннің барлық бөліктеріне келіп қосылатын төгінді сулардың құрамын (мыс, цинк, никель және хром т.б. ауыр металдарды) тексеріп судың құрамындағы ластаушы заттарды анықтау қажет.

Ал енді өзен алабының экологиялық жағдайын жақсарту үшін төмендегідей шараларды қарастырған жөн деп санаймыз:

- өзен бойындағы су тұтынушылардың барлығына бірдей экономикалық механизм құру және оның заңды болуы қажет;

- су пайдалану мен суды үнемдеудің прогрессивті технологиясын пайдалану;

- ескірген су тазалау құрылымдарының орнына жаңасын орнату және ескірген канализация жүйелерін қайта қалпына келтіру қажет.

Жалпы бүгінгі таңда әрбір зайырлы мемлекет өзеннің жоғарғы ағысында орналасқан су тұтынушылардың су ресурстарын ластауынан туындайтын әлеуметтік-экологиялық зардаптарды өтеуді талап етуге құқылы (Jörg Londong., Dietrich Borchardt., 2009; Luca Locatelli және т.б., 2020). Ол үшін қоршаған ортаны қорғау мен табиғи ресурстарды тиімді пайдалануда жеке, ұжымдық және мемлекеттік мүдделерді барынша толық үйлестіруді қамтамасыз ететін табиғатты пайдаланудың тиімді экономикалық механизмін әзірлеу қажет.

## Әдебиеттер

Anuarbekov K.K., Aldiyarova A., Kaipbayev E.T., Radzevicius A., Mengdibayeva G.Zh. Exploitation of wastewater irrigation system (WWIS). News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Series of Geology and Technical Sciences, Volume 6, Number 432 (2018), С.129-136

Anuarbekov K.K., Kaipbayev E.T., Mengdibayeva G.Zh. Assessment of social and environmental damage caused by sewage and collector-drainage water pollution in the lower reaches of the Syrdarya river. News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Series of Geology and Technical Sciences, Volume 1, Number 445 (2021), С.46-51

Anuarbekov K.K., Zubairov O.Z., Nusipbekov M.Z. Influence of the improvement of water-salt regime on the yield. Biosciences Biotechnology Research Asia. April 2015, Vol. 12(1), 999-1006

Drovovozova T.I., Mariach S A., Panenko N.N. Technical solutions for cleaning drainage water from irrigated areas. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Orlando, FL. 677 (2021)

Jörg Londong, Dietrich Borchardt. PRIORITISATION OF MEASURES FOR WATER POLLUTION CONTROL IN RIVER BASIN MANAGEMENT Conference and Exhibition on Water in the Environment enviroWater PRIORITISATION OF MEASURES FOR WATER POLLUTION CONTROL IN RIVER BASIN MANAGEMENT. Conference and Exhibition on Water in the Environment. March 2009

Luca Locatelli., Maria Guerrero., Beniamino Russo., Eduardo Martínez-Gomariz., David Sunyer and Montse Martínez. Socio-Economic Assessment of Green Infrastructure for Climate Change Adaptation in the Context of Urban Drainage Planning. MDPI. May 2020. 12(9):3792.

Mohammadreza Gharibreza Hamidreza Masoumi. Assessing the Quality of Surface Sediments in the Tajan River and Determining the Level of Ecological Pollution. Environment and Water Engineering. 27 November, 2020

Sara Valsecchi, Stefano Polesello, Marianna Rusconi, Bakhtiyor Karimov. Organophosphate esters in the Arnasay lake system in the middle reach of Syrdarya River basin, Uzbekistan, Central Asia. SETAC Europe 20th Annual Meeting. 22–27 May 2010, Seville, Spain

Volodymyr Pohrebennyk., Mykhailo Kulyk., Iryna Bihun. Evaluation of the Pollution Level of Surface and Waste Water. Journal of Ecological Engineering. July 2020. 21(5):180-188

Айдаров М.П. Регулирование водно-солевого и питательного режимов орошаемых земель. – М: Агропромиздат, 1985. – С. 304.

Ануарбеков К.К., Зубаиров О.З. Суғармалы жерлерде топырақтың су-тұз режимдерін реттеу және мелиоративтік процестерді басқару // «Водное хозяйство Казахстана» научно-информационный журнал: Астана, №4 (54) июль-август 2013. – С. 29-35.

Ануарбеков К.К., Зубаиров О.З., Абикенова С.М. Исследование элементов водно-солевого режима и продуктивности орошаемых земель в низовьях реки Сырдарья // ИЗВЕСТИЯ Национальной Академии наук Республики Казахстан: 2(20), март-апрель 2014. – Алматы. – С.112-117

Ануарбеков К.К., Зубаиров О.З., Нусипбеков М.Ж. Влияния орошения сточными водами на солевой состав и оценка загрязнения микроэлементами // ТОО «КазНИИВХ», Научные исследования в мелиорации и водном хозяйстве. Сборник научных трудов. Тараз, 2018. – Том 55. – 99-104 с.

Есполов Т.И., Зубаиров О.З., Ануарбеков К.К., Нусипбеков М.Ж. Улучшение эколого-мелиоративного состояния орошаемых земель в нижнем течении реки Сырдарья // МЕЛИОРАЦИЯ И ВОДНОЕ ХОЗЯЙСТВО: ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ РЕШЕНИЯ. Материалы международной научно-практической конференции (Костяковские чтения), 29-30 марта, Москва, 2016. Том II. – С.222-225

Kalybekova E.M., Alimbaev E.N., Anuarbekov K.K., Zhajlaubaeva M.M., Sagaev A.A. Improvement of the ecological and meliorative state of the Irrigated lands in the lower course of the Syr Darya // International Journal of Pharmacy & Technology. Dec-2016. Vol.8. Issue No.4., C.27143-27157

Мустафаев Ж.С. Почвенно-экологическое обоснование мелиорации сельскохозяйственных земель в Казахстане. – Алматы: «Гылым», 1997. – С. 57.

### References

Anuarbekov K.K., Aldiyarova A., Kaipbayev E.T., Radzevicius A., Mengdibayeva G.Zh. Exploitation of wastewater irrigation system (WWIS). News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Series of Geology and Technical Sciences, Volume 6, Number 432 (2018), C.129-136

Anuarbekov K.K., Kaipbayev E.T., Mengdibayeva G.Zh. Assessment of social and environmental damage caused by sewage and collector-drainage water pollution in the lower reaches of the Syrdarya river. News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Series of Geology and Technical Sciences, Volume 1, Number 445 (2021), C.46-51

Anuarbekov K.K., Zubairov O.Z., Nusipbekov M.Z. Influence of the improvement of water-salt regime on the yield. Biosciences Biotechnology Research Asia. April 2015, Vol. 12(1), 999-1006

Drovovozova T.I., Mariach S A., Panenko N.N. Technical solutions for cleaning drainage water from irrigated areas. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Orlando, FL. 677 (2021)

Jörg Londong, Dietrich Borchardt. PRIORITISATION OF MEASURES FOR WATER POLLUTION CONTROL IN RIVER BASIN MANAGEMENT Conference and Exhibition on Water in the Environment enviroWater PRIORITISATION OF MEASURES FOR WATER POLLUTION CONTROL IN RIVER BASIN MANAGEMENT. Conference and Exhibition on Water in the Environme. March 2009

Luca Locatelli., Maria Guerrero., Beniamino Russo., Eduardo Martínez-Gomariz., David Sunyer and Montse Martínez. Socio-Economic Assessment of Green Infrastructure for Climate Change Adaptation in the Context of Urban Drainage Planning. MDPI. May 2020. 12(9):3792.

Mohammadreza Gharibreza Hamidreza Masoumi. Assessing the Quality of Surface Sediments in the Tajan River and Determining the Level of Ecological Pollution. Environment and Water Engineering. 27 November, 2020

Sara Valsecchi, Stefano Polesello, Marianna Rusconi, Bakhtiyor Karimov. Organophosphate esters in the Arnasay lake system in the middle reach of Syrdarya River basin, Uzbekistan, Central Asia. SETAC Europe 20th Annual Meeting. 22–27 May 2010, Seville, Spain

Ajdarov M.P. Regulirovanie vodno-solevogo i pitatel'nogo rezhimov oroshaemykh zemel. M: Agropromizdat, 1985.- S304

Anuarbekov K.K., Zubairov O.Z. Sugarmaly zherlerde topyraktyñ su-tuz rezhimderin retteu zhane meliorativtik proczesterdi baskaru. «Vodnoe khozyajstvo Kazakhstana» nauchno-informacionnyj zhurnal, Astana, #4 (54) iyul-avgust 2013. S.29-35

Anuarbekov K.K., Zubairov O.Z., Abikenova S.M. Issledovanie elementov vodno-solevogo rezhima i produktivnosti oroshaemykh zemel v nizovyakh reki Syrdari. IZVESTIYA Naczionalnoj Akademii nauk Respubliki Kazakhstan, 2(20), mart-aprel 2014, Almaty. S.112-117

Anuarbekov K.K., Zubairov O.Z., Nusipbekov M.Zh. Vliyaniya orosheniya stochnymi vodami na solevoj sostav i ocenka zagryaznenii mikroelementami // TOO «KazNIIVKh», Nauchnye issledovaniya v melioraczii i vodnom khozyajstve. Sbornik nauchnykh trudov. Taraz, 2018. – Tom 55, – 99-104 s.

Espolov T.I., Zubairov O.Z., Anuarbekov K.K., Nusipbekov M.Zh. Uluchshenie ekologo-meliorativnogo sostoyaniya oroshaemykh zemel v nizhnem techenii reki Syrdari. MELIORACZIYA I VODNOE KHOZYAJSTVO: PROBLEMY I PUTI RESHENIYA. Materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferenczii (Kostyakovskie chteniya), 29-30 marta, Moskva, 2016. Tom II. C.222-225

Volodymyr Pohrebennyk., Mykhailo Kulyk., Iryna Bihun. Evaluation of the Pollution Level of Surface and Waste Water. Journal of Ecological Engineering. July 2020. 21(5):180-188

Kalybekova E.M., Alimbaev E.N., Anuarbekov K.K., Zhajlaubaeva M.M., Sagaev A.A. Improvement of the ecological and meliorative state of the Irrigated lands in the lower course of the Syr Darya. International Journal of Pharmacy & Technology. Dec-2016. Vol.8. Issue No.4., S.27143-27157

Mustafaev Zh.S. Pochvennoe kologicheskoe obosnovanie melioraczii selskokhozyajstvennykh zemel v Kazakhstane.- Almaty: «Gylym», 1997.-S57

---

## МАЗМҰНЫ – CONTENTS – СОДЕРЖАНИЕ

| <b>1-бөлім</b><br><b>Физикалық, экономикалық</b><br><b>және әлеуметтік география</b>   | <b>Section 1</b><br><b>Physical, economic and social</b><br><b>geography</b> | <b>Раздел 1</b><br><b>Физическая, экономическая</b><br><b>и социальная география</b> |
|--|--|--|
| <i>М.Д. Горячко, Л.Р. Имангулов</i><br>Народные промыслы и социально-экономическое развитие территорий: анализ зависимости на примере Узбекистана ..... 4  |  |  |
| <i>О.Ж. Таукебаев, К.Б. Зултыхаров, А.А. Асылбекова, С.М. Дүйсенбаев, М.М. Сейтқазы</i><br>Ирригациялық жүйелердің техникалық жағдайы және оның суармалы жерлердің динамикасына әсері (Жамбыл облысы, Талас ауданы) ..... 17 |  |  |
| <b>2-бөлім</b><br><b>Картография және</b><br><b>геоинформатика</b>   | <b>Section 2</b><br><b>Cartography and</b><br><b>geoinformatics</b>          | <b>Раздел 2</b><br><b>Картография</b><br><b>и геоинформатика</b>                     |
| <i>А.А. Мерекеев, С.М. Нурақынов, Н.К. Сыдық, Д.В. Ченашев, К.Б. Зултыхаров</i><br>Оценка природной пожарной опасности на территории Казахстана с использованием данных ДЗЗ ..... 34   |  |  |
| <b>3-бөлім</b><br><b>Метеорология және</b><br><b>гидрология</b>  | <b>Section 3</b><br><b>Meteorology</b><br><b>and hydrology</b>               | <b>Раздел 3</b><br><b>Метеорология</b><br><b>и гидрология</b>                        |
| <i>С.Н. Дилдабекова, Г.Т. Исанова, Ж.Т. Раймбекова, А.К. Мусина, М.К. Касенов</i><br>Шілік өзені алабындағы мұздықтық-мореналық көлдерді инвентаризациялау және олардың орналасу ерекшеліктерін талдау ..... 44              |  |  |
| <i>А. Ашимақын, А.К. Жексенбаева</i><br>Қазақстанның солтүстік өңіріндегі жылы мезгілдегі жауын-шашынның маусымдық статистикалық құрылымы ..... 55   |  |  |
| <i>М.М. Махамбетова, Н.Н. Абаев, А.С. Нысанбаева</i><br>Алматы қаласында реанализ мәліметтері бойынша метеорологиялық параметрлердің вертикальді таралу ерекшеліктері ..... 64   |  |  |
| <i>Ж.С. Мустафаев, А.Т. Козыкеева, А.Е. Алдиярова, Л.М. Рыскулбекова</i><br>Математическая модель динамики качества поверхностных вод водосборов речных бассейнов ..... 75   |  |  |
| <b>5-бөлім</b><br><b>Геоэкология</b>   | <b>Section 5</b><br><b>Geocology</b>   | <b>Раздел 5</b><br><b>Геоэкология</b>  |
| <i>М.М. Даулетбаева, А.К. Таныбаева, Л.Н. Исмагулова, Г.А. Мұқанова, А.А. Рысмагамбетова</i><br>Ақтөбе қаласының топырағы мен өсімдігіне хромның әсерін экологиялық бағалау ..... 86   |  |  |
| <i>К.К. Ануарбеков, А.М. Әбдібай, Г.Ж. Меңдібаева</i><br>Сырдария өзенінің төменгі ағысының төгінді және қашыртқы-кәріз суларының әсерінен ластануының әлеуметтік-экологиялық зардабын бағалау ..... 95                      |  |  |