

ОТЗЫВ

**Зарубежный научный консультант на диссертационной работы
Жәди Асхат Өмірзақұлы на тему: «Мониторинг и оценка современного
состояния водной экосистемы озера Маркаколь и разработка
рекомендаций по экологическому сохранению водных ресурсов»,
представленную на соискание ученой степени доктора философии (PhD)
по специальности 8D08604 – «Водная безопасность»**

1. Актуальность темы исследования и связь с научно-практическими задачами

Актуальность диссертационного исследования определяется необходимостью комплексного анализа состояния пресноводных экосистем Казахстана в условиях усиливающегося антропогенного воздействия. Несмотря на наличие многочисленных горных озер, научные данные о состоянии водной среды и донных отложений остаются фрагментарными, особенно в труднодоступных и особо охраняемых территориях, таких как озеро Маркаколь – биосферный резерват ЮНЕСКО.

Настоящее исследование впервые в республике представило комплексную оценку загрязнения микропластиком и тяжелыми металлами, включая медь, цинк, свинец, кобальт и никель, которые обладают высокой токсичностью и влияют на биоиндикационные процессы, угрожая биоразнообразию и биохимическим функциям экосистемы. Их распределение обусловлено сложным взаимодействием с физико-химическими параметрами воды, включая pH, минерализацию, температуру и состав донных осадков.

Наряду с этим, работа охватывает оценку морфометрических характеристик озера, пространственное распределение пластиковых частиц и выявление факторов антропогенного давления. Полученные результаты позволяют не только выявить экологические угрозы, но и заложить научную основу для принятия эффективных природоохранных мер. Представленные в исследовании данные расширяют существующие научные представления о процессах деградации пресноводных экосистем и позволяют разработать практические рекомендации для устойчивого управления водными ресурсами, особенно в условиях особо охраняемых природных территорий.

Диссертационное исследование обладает высокой научной и прикладной значимостью, отражает приоритетные направления в области водной безопасности и экологической устойчивости, а также соответствует национальным и международным экологическим повесткам.

2. Научные результаты в рамках требований к диссертациям

В период 2022-2024 гг. в рамках диссертационного исследования получены значимые научные результаты по мониторингу состояния и оценке уровня загрязнения водной среды озера Маркаколь микро- и макропластиком. Выполнен всесторонний анализ, позволивший глубже осмыслить масштабы и характер пластикового загрязнения данной высокогорной водной экосистемы.

Проведен сбор 334 проб воды, выполнено 2 722 анализа, осуществлено более 2,2 млн батиметрических измерений с построением карты озера в ARCGIS. Идентифицированы основные полимеры загрязнения (PP, PE, PS, PET, CuPc+PE), поступающие преимущественно с речными притоками. Обнаружены фрагменты лесковых сетей, упаковки, пенопласта, бутылок и других отходов.

Анализ воды показал ультрапресный характер с признаками перехода от олиготрофного к мезотрофному состоянию. Зафиксированы превышения ПДК по фосфатам (до 7,2 ПДК), а также по меди, цинку, свинцу и кобальту в водах притоков.

Полученные результаты обладают высокой достоверностью и значимостью для оценки экологического состояния и разработки стратегий охраны озера Маркаколь.

3. Личный вклад соискателя.

Соискатель продемонстрировал высокий уровень научной самостоятельности, лично выполнив все ключевые этапы исследования. Им были организованы и проведены полевые работы по сбору проб воды и донных отложений, осуществлено траление микропластика и выполнены необходимые инструментальные измерения в натурных условиях. Для анализа тяжелых металлов применен метод атомно-абсорбционной спектроскопии, а микропластиковые частицы исследованы с использованием визуальной микроскопии.

Особое внимание соискатель уделил геопространственным аспектам исследования: с применением современных геоинформационных технологий он разработал батиметрическую карту и трехмерную модель озера Маркаколь. Полученные данные были подвергнуты статистической обработке и пространственному моделированию в среде ГИС, что обеспечило высокую точность результатов. На основании собранного материала были сформулированы научно обоснованные рекомендации по управлению водной экосистемой.

Все представленные в работе результаты являются прямым отражением целеустремленности, инициативности и высокой

профессиональной подготовки соискателя, а также его ответственного отношения к проведенному исследованию..

4. Научная обоснованность и достоверность полученных результатов Оценка современного состояния водной экосистемы оз. Маркаколь на основе натурных исследований закладывают основу для разработки экономически эффективных методов по снижению загрязнения, интеграции природоохранных мер и рациональному использованию водных ресурсов. Результаты исследования на основе химико-аналитических, атомно-абсорбционных и картографических методов, системного и сравнительного анализа, позволили оценить состояние экосистемы озера Маркаколь и выбрать наиболее действенные методы для поддержания ее устойчивого экологического состояния. Построенные картосхемы пространственного распределения загрязнителей существенно повышают точность оценки уровня загрязнения и позволяют наглядно визуализировать проблемы в различных зонах озера. Это обеспечивает более целенаправленное и обоснованное планирование мероприятий по поддержанию устойчивого баланса водной экосистемы озера, способствуя более эффективному управлению ресурсами и минимизации негативного воздействия на окружающую среду.

5. Научная новизна

В настоящей диссертационной работе выполнен комплексный анализ экологического состояния озера Маркаколь с акцентом на загрязнение микро-и макропластиками. Основное новшество работы заключается в комплексном подходе, который включает не только изучение физико-химических параметров воды, но и детальную идентификацию пластиков, их источников и их воздействия на экосистему озера. Проведенные гидрофизические, гидрохимические, токсикологические и батиметрические исследования позволили получить полное представление о состоянии озера и степени его загрязнения. Впервые в Казахстане была осуществлена систематическая идентификация и количественный анализ пластиков в водной среде, что значительно расширило представление о масштабах проблемы как на уровне озера, так и на национальном уровне. Эти данные имеют важное значение для экологической науки, формируя основу для разработки эффективных стратегий по управлению отходами и защите водных ресурсов как на региональном, так и национальном уровнях.

Результаты исследования вносят новые данные о пластиковом загрязнении водоемов Казахстана в глобальный контекст борьбы с этой проблемой и не только уточняют масштабы проблемы в регионе, но и обогащают базу знаний на глобальном уровне, что будет способствовать

улучшению экологического состояния и достижению целей устойчивого развития.

6. Внутренняя целостность работы:

Научная работа является целостным исследованием в области водной безопасности и экологических проблем, возникающих при использовании водных ресурсов и ценным научным вкладом в развитие концепции экологически безопасного природопользования в специфических географических и природно-климатических условиях Казахстана.

7. Соответствие специальности:

Работа полностью соответствует паспорту специальности 8D08604 – «Водная безопасность», поскольку направлена на исследование состояния водных ресурсов, выявление факторов деградации и разработку мер по обеспечению экологической устойчивости.

8. Публикационная активность:

Основные положения диссертации опубликованы в 7 научных статьях, из них 6 – в журналах, индексируемых в базе Scopus («Applied Sciences (Switzerland)», «Evergreen» и др.), а также в одной монографии. Результаты были представлены на международных и республиканских конференциях.

9. Соответствие требованиям:

Диссертация Жәди Асхата Әмірзақұлы представляет собой завершенное самостоятельное исследование с новыми и достоверными научными результатами и высоким практическим значением. Работа соответствует всем требованиям для присуждения степени PhD и является завершенной научно-квалификационной работой.

Зарубежный научный консультант,
Национального исследовательского
университета Ташкентский институт
инженеров ирригации и механизации
сельского хозяйства, заведующий кафедрой
эксплуатации гидромелиоративных систем,
доктор технических наук, профессор



Шеров А.Г.

**8D08604 – «Су қауіпсіздігі» мамандығы бойынша философия докторы (PhD) ғылыми дәрежесін алу үшін ұсынылған
Жәди Асхат Өмірзақұлының «Марқакөл көлінің су экожүйесінің қазіргі жағдайын бақылау мен бағалау және су ресурстарын экологиялық сақтау бойынша ұсыныстарды әзірлеу» атты диссертациялық жұмысына шетелдік ғылыми кеңесшісінің
ПІКІРІ**

1. Зерттеу тақырыбының өзектілігі және ғылыми-практикалық міндеттермен байланысы

Диссертациялық зерттеудің өзектілігі антропогендік әсердің күшеюі жағдайында Қазақстанның тұщы су экожүйелерінің жай-күйін кешенді талдау қажеттілігімен айқындалады. Көптеген таулы көлдер болғанына қарамастан, әсіресе қол жеткізуге қиын және ерекше қорғалатын аумақтарда, оның ішінде ЮНЕСКО-ның биосфералық резерваттары санатына кіретін Марқакөл көліндегі су ортасы мен түптік шөгінділердің жай-күйіне қатысты ғылыми деректер әлі де біртұтас мәліметтерге жиналмаған.

Осы зерттеу аясында республикада алғаш рет микропластик пен мыс, мырыш, қорғасын, кобальт және никель сияқты ауыр металдар бойынша ластанудың кешенді бағалау ұсынылды. Аталған компоненттердің жоғары уыттылығы биоиндикациялық үдерістерге ықпал етіп, экожүйенің биологиялық алуантүрлілігі мен биохимиялық функцияларына қауіп төндіреді. Олардың таралуы судың рН, минерализация, температура сияқты физика-химиялық параметрлерімен және түптік шөгінділердің құрамымен күрделі өзара байланыспен айқындалады.

Сонымен қатар, жұмыс көлдің морфометриялық сипаттамаларын бағалауды, пластик бөлшектердің кеңістіктік таралуын және антропогендік қысым факторларын анықтауды қамтиды. Алынған нәтижелер экологиялық қатерлерді айқындап қана қоймай, табиғатты қорғаудың тиімді шараларын қабылдауға ғылыми негіз қалайды. Зерттеуде ұсынылған деректер тұщы су экожүйелерінің деградация үдерістері туралы түсінікті кеңейтеді және әсіресе ерекше қорғалатын табиғи аумақтар жағдайында, су ресурстарын орнықты басқаруға арналған практикалық ұсыныстарды әзірлеуге мүмкіндік береді.

Диссертациялық зерттеу жоғары ғылыми және қолданбалы маңызға ие, су қауіпсіздігі мен экологиялық тұрақтылық саласындағы басым бағыттарды көрсетіп, ұлттық әрі халықаралық экологиялық өзекті мәселелерге сәйкес келеді.

2. Диссертацияға қойылатын талаптар шеңберіндегі ғылыми нәтижелер

2022–2024 жылдары жүргізілген диссертациялық зерттеу барысында Марқакөл көлінің су ортасының микро- және макропластикпен ластану деңгейін бағалау және жай-күйін мониторингтеу жайлы маңызды ғылыми нәтижелер алынды. Аталмыш жоғары таулы су экожүйесіндегі пластиктік ластанудың ауқымы мен сипатын терең түсінуге мүмкіндік берген жан-жақты талдау орындалды.

334 су сынамасы жиналып, 2 722 талдау жасалды, ARCGIS ортасында көл картасы құрылып, 2,2 млн-нан астам батиметриялық өлшеулер жүзеге асырылды. Ластанудың негізгі полимерлері (PP, PE, PS, PET, CuPc+PE) айқындалды, олардың басым бөлігі өзендік салалар арқылы келетіні анықталды. Леска торлары, қаптамалар, пенопласт, бөтелкелер және өзге қалдықтардың фрагменттері табылды.

Су талдауы жүйенің ультра-тұщы сипаты мен оның олиготрофты күйден мезотрофты күйге өту белгілерін айқындады. Фосфаттар бойынша ШРК-дан асып кетулері (7,2 ШРК-ға дейін), сондай-ақ салалы өзен суларында мыс, мырыш, қорғасын және кобальт бойынша асып кету тіркелді.

Алынған нәтижелер Марқакөл көлінің экологиялық жай-күйін бағалау және қорғау стратегияларын әзірлеу үшін жоғары деректілік пен маңыздылыққа ие.

3. Ізденушінің жеке үлесі.

Ізденуші зерттеудің барлық негізгі кезеңдерін дербес орындап, ғылыми өзіндік жұмыс дағдыларының жоғары деңгейін көрсетті. Ол су мен түптік шөгінді сынамаларын жинауға арналған далалық жұмыстарды ұйымдастырып, жүргізді, микропластиктерді тереңдегі зерттеу жұмыстарын атқарды, қажетті аспаптық өлшеулер натуралық жағдайда орындады. Ауыр металдарды талдау үшін атомдық-абсорбциялық спектроскопия әдісі қолданылды, ал микропластик бөлшектер визуалды микроскопия арқылы зерттелді.

Ізденуші зерттеудің геокеңістіктік аспектілеріне айрықша көңіл бөлді: заманауи геоақпараттық технологияларды пайдалана отырып, Марқакөл көлінің батиметриялық картасы мен үш өлшемді үлгісін әзірледі. Алынған деректер ГАЖ ортасында статистикалық өңдеуден және кеңістіктік модельдеуден өтіп, нәтижелердің жоғары дәлдігін қамтамасыз етті. Жиналған материал негізінде су экожүйесін басқаруға арналған ғылыми негізделген ұсынымдар тұжырымдалды.

4. Алынған нәтижелердің ғылыми негізділігі мен сенімділігі

Марқакөл көлінің су экожүйесінің қазіргі жай-күйін натуралық зерттеулер нәтижесінде бағалау ластануды төмендету, табиғат қорғау шараларын ендіру және су ресурстарын ұтымды пайдалану жөніндегі экономикалық тиімді әдістерді әзірлеуге негіз болады. Химиялық-аналитикалық, атомдық-абсорбциялық және картографиялық әдістерді, жүйелік және салыстырмалы талдауды қолдану Марқакөл экожүйесі жай-күйін айқындауға және оның орнықты экологиялық күйін сақтаудың пәрменді тәсілдерін таңдауға мүмкіндік берді. Ластаушылардың кеңістіктік таралу картосхемалары ластану деңгейін бағалаудың дәлдігін айтарлықтай арттырып, көлдің әртүрлі аймақтары проблемаларын көрнекі түрде визуализациялауға жағдай жасайды. Бұл көл экожүйесінің тұрақты тепе-теңдігін қолдауға бағытталған іс-шараларды неғұрлым мақсатты әрі негізді жоспарлауға, ресурстарды тиімді басқаруға және қоршаған ортаға теріс әсерді азайтуға мүмкіндік береді.

5. Ғылыми жаңалығы

Бұл диссертациялық жұмыста микропластик пен макропластик ластануына басымдық бере отырып, Марқакөл көлінің экологиялық жағдайына кешенді талдау жүргізілді. Жұмыстың негізгі жаңашылдығы бұл кешенді ұстаным, яғни судың физика-химиялық параметрлерін зерттеумен қатар, пластиктердің түрлері, олардың көздері және көл экожүйесіне әсері нақтыланды. Гидрофизикалық, гидрохимиялық, токсикологиялық және батиметриялық зерттеулер көлдің жай-күйі мен ластану дәрежесі туралы толық түсінік берді. Қазақстанда алғаш рет су ортасындағы пластиктерді жүйелі түрде идентификациялау және сандық талдау жүргізілді, бұл мәселенің ауқымы туралы түсінікті көлдік әрі ұлттық деңгейлерде едәуір кеңейтті. Аталған деректер өңірлік және ұлттық деңгейде қалдықтарды басқару және су ресурстарын қорғаудың тиімді стратегияларын әзірлеуге негіз болады.

Зерттеу нәтижелері Қазақстан су айдындарындағы пластиктік ластану жөніндегі жаңа мәліметтерді осы проблемамен күрестің жаһандық мәнмәтініне енгізеді, соған қоса өңірдегі мәселенің ауқымын нақтылап қана қоймай, жаһандық білім қорын толықтырады, бұл экологиялық жағдайды жақсартуға және тұрақты даму мақсаттарына қол жеткізуге серпін болады.

6. Жұмыстың ішкі тұтастығы:

Ғылыми жұмыс су ресурстарын пайдалану кезінде туындайтын су қауіпсіздігі мен экологиялық мәселелерді кешенді зерттеу бола отырып, Қазақстанның географиялық әрі табиғи-климаттық ерекшеліктері жағдайында экологиялық қауіпсіз табиғат пайдаланудың тұжырымдамасын дамытуға маңызды ғылыми үлес қосады.

7. Мамандыққа сәйкестігі:

Жұмыс су ресурстарының жай-күйін зерттеуге, деградация факторларын анықтауға және экологиялық тұрақтылықты қамтамасыз ету шараларын әзірлеуге бағытталғандықтан, 8D08604 – «Су қауіпсіздігі» мамандығының паспортына толығымен сәйкес келеді.

8. Жарияланымдық белсенділік:

Диссертацияның негізгі қағидалары 7 ғылыми мақалада көрініс тауып, олардың 6-ы – Scopus базасында индекстелетін журналдарда («Applied Sciences (Switzerland)», «Evergreen» және т.б.), сондай-ақ бір монографияда жарияланған. Нәтижелері халықаралық және республикалық конференцияларда ұсынылған.

9. Талаптарға сәйкестігі:

Жәди Асхат Өмірзақұлының диссертациясы жаңа әрі сенімді ғылыми нәтижелерімен, жоғары практикалық маңызы бар аяқталған дербес зерттеу. Жұмыс PhD дәрежесін беру үшін қойылатын барлық талаптарға сәйкес келіп, аяқталған ғылыми-біліктілік жұмыс болып табылады.

Шетелдік ғылыми кеңесші,

Ұлттық зерттеу университеті

Ташкент ирригация және

су шаруашылығын механикаландыру

инженерлері институты,

гидромелиоративті жүйелерді

пайдалану кафедрасының меңгерушісі,

техника ғылымдарының докторы, профессор (Қолы) Шеров А. Г.

Мөр: /Өзбекстан Республикасы Жоғары және арнайы орта білім
министрілігі Ташкент мемлекеттік техникалық университеті Кадрлар
бөлімі/