



«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по науке и  
корпоративному развитию  
Е.И. Кульдеев

16 09 2023

## ВЫПИСКА ИЗ ПРОТОКОЛА № 12

расширенного заседания кафедры «Гидрогеология, инженерная и нефтегазовая геология» от «21»  
июня 2023 г.

**Председатель:** Енсеппбаев Талгат Аблаевич, заведующий кафедрой

**Секретарь** – Маирова Рыскуль Байдаховна, инженер

**Присутствовали:** *Профессоры:* Енсеппбаев Т.А., Завалей В.А., Оспанов К.Т., *ассоц. профессоры:* Ауелхан Е.С., Танирбергенов А.Г., *преподаватели:* Омирзакова Э.Ж., Урманова Д.Э., ассистент: Санатбеков М.Е., инженеры: Маирова Р.Б., Сарсенбекқызы А., *онлайн участники:* ассоц. Профессор: Макыжанова А.Т., старшие преподаватели: Смабаева Р.К., Узбекгалиев Р.Х., Джарасова Т.С., инженер: Шынли Н.

*Приглашенные:* Ph.D. Канафин К.М., сотрудники ИГГ им. Ахмедсафина; ГНС, д.г-м.н., Мухамеджанов М.А., ВНС, к.т.н., Мирошниченко О.Л., СНС, Ph.D. Рахимова В.С., СНС, Ph.D. Сотников Е.В., НС Малау Р.С.

### ПОВЕСТКА ДНЯ:

#### 7. Разное

7.1. Обсуждение диссертационной работы на соискание степени доктора философии (Ph.D) по специальности 6D075500 – «Гидрогеология и инженерная геология» Онласынова Ж.Э. на тему «Применение ГИС-технологий и данных дистанционного зондирования Земли при гидрогеологических исследованиях на примере Мактааральского массива орошения Туркестанской области»

Диссертационная работа выполнена на кафедре «Гидрогеология, инженерная и нефтегазовая геология» КазННТУ имени К.И. Сатпаева.\

Научные консультанты:

- К.т.н. Шагарова Л.В.- СНС ИГГ им. У.М. Ахмедсафина
- Доктор наук Дагмар Балла – НС Центра агро-ландшафтных исследований им.Лейбница (Мюнхеберг, Германия)

Рецензенты:

- К.т.н., профессор Завалей В.А. – кафедра «Гидрогеология, инженерная и нефтегазовая геология»

- Ph.D. Рахимова В.С. – СНС ИГГ им. У.М. Ахмедсафина

Ассоц.профессор кафедры «Гидрогеология, инженерная и нефтегазовая геология», Ауелхан Е. ознакомил присутствующих с предоставленным соискателем пакетом документов:

1. Протокол обсуждения диссертационной работы Онласынова Ж.Э. на Совете Молодых Ученых ИГНГД.

2. По теме диссертационной работы опубликовано:

- 2 статьи в журналах, входящих в базу данных Scopus, обе статьи имеют процентиль 47;

- 2 статьи в изданиях, рекомендуемых Комитетом по контролю в сфере образования и МОН РК;
- 2 статьи в международных конференциях и других изданиях.

**СЛУШАЛИ:** Онласынова Ж.Э., который изложил содержание и результаты диссертационной работы.

Соискателю были заданы следующие вопросы, на которые были даны ответы:

**Запбаров М.Р.**

**Вопрос:** скажите, влияют ли Шардаринское водохранилище и Арнасайское озеро, которые расположены вблизи вашего участка исследования, на уровень грунтовых вод Мактааральского массива?

**Ответ:** По мониторинговым данным, колебания уровня грунтовых вод Мактааральского массива, происходит независимо от колебаний уровня зеркала воды Шардаринского водохранилища и Арнасайского озера. Озера являются местным базисом эрозии, этим самым оказывают регулирующее влияние на грунтовые воды Мактааральского массива орошения, но лишь в долгосрочной перспективе. Большее влияние на грунтовые воды оказывает орошение. Это подтверждается и математической моделью гидрогеологических условий Мактааральского массива.

**Оспанов К.Т.:**

**1-ый вопрос:** все ли полевые данные получены в результате проведенных вами работ, или были использованы другие данные?

**Ответ:** кроме данных полученных в результате проведенных мной полевых работ, были использованы данные мониторинговых работ проведенные ЮКГМЭ. Руководство ЮКГМЭ официально предоставило мне данные для использования в своей работе.

**2-ой вопрос:** если вы анализируете и используете в своей работе чьи-то данные, почему вы не делаете ссылки на первоисточник?

**Ответ:** В диссертационной работе я сделал все необходимые ссылки, а в презентации ссылки делать не стал, так-как не считал это необходимым. Спасибо за ценное замечание, в презентацию диссертационной работы выносимой на защиту в диссертационном совете обязательно добавлю все ссылки на первоисточник.

**3-ий вопрос:** вы сказали что создали математическое моделирование, но не показали само математическое уравнение, почему?

**Ответ:** В диссертационной работе, я уделил целый раздел теме использования математической модели гидрогеологических условий Мактааральского массива, и указал уравнения определения граничных условий. Но ставить в презентацию математические уравнения не стал, поскольку эти уравнения являются общепринятыми, и математическая модель служит только инструментом в моих исследованиях.

**4-ый вопрос:** я все таки считаю что необходимо показывать в презентации математические уравнения которые вы используете.

**Ответ:** спасибо за замечание, в презентацию диссертационной работы выносимой на защиту в Диссертационном совете обязательно включу уравнение модели.

**Танирбергенов А.Г.**

**Вопрос:** какие граничные условия вы задавали для создания модели высшего участка?

**Ответ:** внешние границы модели представлены граничными условиями III рода General Head (на юге - ЦГК, на востоке - Восточный коллектор, на севере - Шардаринское водохранилище, на западе – Арнасайское озеро) и Barrier (границы с отсутствием потока), внутренние – II рода Drain (горизонтальный дренаж) и Well (скважины вертикального дренажа).

**Урманова Д.Э.**

**Вопрос:** кокой коэффициент корреляции между индексами NDVI и NDWI?

**Ответ:** задача выявления коэффициента корреляции между индексами NDVI и NDWI не стояла, поскольку эти две индексы предназначены для решения разных задач.

**Енсенбаев Т.А.**

**1-ый вопрос:** расскажите подробнее про формулу картирования засоленности почв, что за формула и как его использовать?

**Ответ:** Формула PMZP выделена мной, с помощью регрессионного анализа мультиспектральных данных среднего разрешения LandSat-8. В ПО АркГис используется метод наименьших квадратов. Регрессионный анализ – это наиболее часто используемый метод статистики в общественных науках. Регрессия используется для оценки отношений между двумя или более атрибутами объектов. Определение и измерение отношения позволяют лучше понять, что происходит на месте, предсказать, где что-то случится, или начать проверять причины, почему события случаются в тех местах, где это происходит. Обобщенная линейная регрессия строит модель переменной или процесса, который необходимо понять или спрогнозировать; модель можно использовать для измерения и оценки отношений между объектами. В моем случае, в качестве зависимой переменной были приняты данные солевой съемки, а в качестве независимой спектральные каналы и индексы засоления. Коэффициент корреляции показал 83% сходимости прогнозных данных с данными солевой съемки.

**2-ой вопрос:** в презентации на некоторых рисунках отсутствует описание к условным обозначениям. Необходимо это исправить.

**Ответ:** Спасибо за замечание, будет исправлено.

**3-ий вопрос:** использовали ли вы карту гидроизогипс при выведении 3D-модели?

**Ответ:** карта гидроизогипс на данном этапе не использовались.

**4-ый вопрос:** в презентации много аббревиатур, которые многим людям непонятны, необходимо исправить, расшифровать.

**Ответ:** Спасибо за замечание, будет исправлено.

**Сотников Е.В.**

**Вопрос:** какие еще задачи можно решить с помощью ДЗЗ в гидрогеологии?

**Ответ:** Данные ДЗЗ позволяют получать информацию о подземных водах в трещиноватых магматических, метаморфических и осадочных породах. Особенно большое значение имеет установление зон крупных разрывных дислокаций, к которым приурочены концентрированные потоки трещинно- жильных вод. Методы ДЗЗ чаще используются в паре с ГИС-системами, комплексное использование которых дает возможность применять метод взвешенного наложения, что в свою очередь выявляет потенциальные участки с наличием подземных вод. Метод взвешенного наложения рассчитывается с использованием значений баллов, присвоенных каждому изучаемому параметру (в пределах от низкого до высокого). Выделенные линеаменты положительно коррелируют с разломами. Плотность линеаментов коррелирует с показателями трещиноватости.

**Ауелхан Е.С.**

**1-ый вопрос:** спутниковые данные которые вы использовали, они имеются в свободном доступе?

**Ответ:** да, все использованные спутниковые данные получены с открытых источников, это портал геологической службы США USGS Earth Explorer и портал Европейского космического агентства Copernicus.

**2-ой вопрос:** какое разрешение использованных космоснимков?

**Ответ:** LanSat-8 имеет пространственное разрешение до 30 м на пиксель и 15 суток временного разрешения. Данные Sentinel-2 имеют пространственное разрешение до 10 м на пиксель и 5 суток временного разрешения.

**3-ий вопрос:** сколько воды из скважин вертикального дренажа в итоге можно использовать на орошение?

**Ответ:** 20% откачиваемой воды можно использовать на орошение без смешивания с пресной водой, это в свою очередь составляет 73 млн. м<sup>3</sup> воды или 14% от нормы орошения.

**4-ый вопрос:** я хорошо ознакомлен гидрогеологическими условиями и водохозяйственной обстановкой в рассматриваемом регионе, являюсь автором нескольких проектов по водоснабжению сел расположенных в пределах Мактааральского массива. И знаю что сейчас там разрабатывается проект по бурению дополнительных скважин вертикального дренажа и сталкиваются с вопросом расположения данных скважин. Можно ли использовать те участки расположения в предложенные в вашей работе для реальных работ?

**Ответ:** при решении прогнозных задач, я доказал что существующая сеть СВД не эффективна и не справляется с задачей удержания УГВ ниже критической отметки. Также решение прогнозной задачи по 3 сценарию показывает эффективность увеличения водоотбора путем бурения дополнительных 153 скважин. Поэтому, координатные точки дополнительных скважин можно использовать для заложения реальных скважин.

### **С оценкой работы выступили научные руководители:**

#### **1) Отзыв научного руководителя Шагаровой В.С. зачитал Ауелхан Е.С.**

Диссертационная работа Оңласынова Ж.Ә. посвящена комплексному использованию данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), ГИС-технологий и наземных гидрогеологических исследований массивов орошений. Диссертационная работа состоит из введения, основной части, заключения, списка использованных источников. Основная часть включает 5 глав по направлениям проведенных работ. В конце каждой главы приведены обоснованные выводы и результаты. Информация изложена последовательно, главы связаны общей нитью повествования.

Использование ГИС-технологий и данных дистанционного зондирования Земли при гидрогеологических исследованиях массивов орошения являются актуальным и современным подходом, учитывая, что основным принципом развития космических систем является их ориентированность на социально-экономическое, научно-технологическое развитие страны, а также получение новых научных результатов.

#### **Научные результаты и их обоснованность.**

По результатам выполненных научных исследований:

1. Разработан инновационный подход, предусматривающий комплексное использование дистанционных и наземных методов, ГИС и математического моделирования, для определения и оценки влияния гидрогеологических условий орошаемых массивов на урожайность сельскохозяйственных культур.
2. Тематическая обработка мультиспектральных данных ДЗЗ позволила создать индексные изображения засоления, растительности и водные индексы. Регрессионный анализ цифровой спектральной информации с учетом данных солевой съемки позволил построить уравнение модели засоленности почв для прогнозирования условий и картирования засоленности почв орошаемых массивов с учетом периодичности плановых мониторинговых наземных работ по солевой съемке.
3. Рассчитан водный баланс, предложен и обоснован сценарий режима работы системы водоснабжения и дренажа путем применения методов математического моделирования.

Следование обоснованным рекомендациям позволит повысить урожайность сельскохозяйственных культур.

Обоснованность результатов диссертационного исследования достигается логично изложенными данными и следующими за ними выводами, подтвержденными результатами маршрутных полевых и лабораторных химических обследований.

#### **Практическая и теоретическая значимость научных результатов.**

Для сельского хозяйства, находящегося в зоне рискованного земледелия, объем урожая зависит от мелиоративного состояния орошаемых земель. По мелиоративным показателям засоление и высокое стояние грунтовых вод в основном связано с недостаточной дренированностью орошаемых земель. Вопросы повышения площадей, относящихся к мелиоративно-благополучным, представляет практическую значимость.

Использование комплексного метода гидрогеологических-мелиоративных исследований, включающего обработку, анализ и дешифрирование долговременного ряда данных ДЗЗ, ГИС-технологий, позволило провести полноценный мониторинг, выделить засоленные массивы орошения, выполнить анализ урожайности и оценить изменения гидрогеологических условий массивов орошения Мактааральского района. Для более точных прогнозов изменений гидрогеологических условий с учетом системы вертикального дренажа рекомендуется использование моделей-врезок критических участков на основе созданной региональной модели.

Мониторинг мелиоративного состояния орошаемых массивов с применением данных ДЗЗ и геоинформационных технологии имеет огромный потенциал для анализа урожайности и практическую значимость в качестве превентивных мер от воздействия засоления почв. Использование разработанной методологии и четкое следование этапам представленной технологии позволит воспроизвести результаты другими исследователям и для других территорий для улучшения мелиоративных условий на орошаемых участках.

#### **Степень достоверности результатов научных исследований**

В основе исследования лежит строгий научный подход, который включает определение области исследования, постановку цели, определения задач и методов их решения, сбор, обработку, анализ исходных и конечных данных, результирующие выводы.

Проведение космического мониторинга требует большого объема спутниковых данных и многоуровневой обработки спектральной информации. Облачные технологии вычислений при работе с данными ДЗЗ позволяют проводить пространственный анализ, но при этом система обрабатывает данные, скрывая почти все аспекты управления вычислениями, эти решения носят административный характер. Ж. Онласынов предпочел взять контроль над каждым этапом обработки данных, выбрал сложную, но надежную технологию и самостоятельно последовательно провел все этапы обработки данных ДЗЗ со спутников Sentinel-1и Landsat-8 от загрузки исходных архивных сцен до получения результирующих тематических карт, выполняя в процессе обработки такие сложные процедуры, как атмосферная коррекция и радиометрическая калибровка цифровой информации. Полный контроль каждого этапа исследований подтверждает достоверность полученных результатов.

Полученные научно-обоснованные результаты обеспечивают решение важных прикладных задач мониторинга орошаемых массивов с использованием данных ДЗЗ и ГИС-технологий.

Личный вклад автора.

Ж. Онласынов разработал методологию комплексного гидрогеологического исследования орошаемых массивов с применением ГИС-технологий и данных дистанционного зондирования Земли.

#### **Публикация и апробация работы.**

Этапы исследовательской работы заслушивались на заседании Совета молодых ученых, научно-технических советах ТОО «Институт гидрогеологии и геоэкологии им. У.М. Ахмедсафина».

Положения, выносимые на защиту, докладывались на научных международных конференциях.

Ж. Онласынов принимал участие в Международном Симпозиуме водных и земельных ресурсов Центральной Азии, организованном Немецким Исследовательским центром науки о Земле и Казахско-Немецким Университетом; в тренинге «Assessing Kazakhstan's Natural Resource Potential using Geospatial Technologies and Modeling Tools», организованном «Center for Global Change & Earth Observations, Michigan State University». Принял активное участие в Международной гидрогеологической научно-практической конференции, посвященной 100-летию академика Ж.С.Сыдыкова и 90-летию начала подготовки горных Инженеров-гидрогеологов в Казахстане, являлся членом секретариата конференции.

Результаты исследований опубликованы в 6 научных статьях, в том числе 2 статьи в республиканских специализированных изданиях, рекомендованных комитетом по контролю в сфере образования и науки МОН РК; 2 статьи в международном журнале, входящем в базу данных SCOPUS; 2 статьи опубликованы в материалах международных конференций.

Публикация научных работ в рейтинговых изданиях свидетельствуют о значимости результатов диссертации.

#### **Замечания и предложения.**

Работа соответствует требованиям по ее оформлению, выполнена в необходимом объеме. Замечаний по структуре и содержанию работы нет.

#### **Оценка работы.**

Диссертационная работа Онласынова Жұлдызбека Әліханұлы на тему: «Применение ГИС-технологий и данных дистанционного зондирования Земли при гидрогеологических исследованиях на примере Мактааральского массива орошения Туркестанской области» отвечает всем требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям, рекомендуется к защите для присвоения автору ученой степени доктора PhD по специальности 6D075500 «Гидрогеология и инженерная геология».

#### **2) Отзыв зарубежного консультанта доктора Дагмар Балла зачитал Ауелхан Е.С.**

Ж. Онласынов был аспирантом проекта «Управление ресурсами в засоленных и засушливых орошаемых районах Центральной Азии для адаптации к изменению климата (BioWat)», финансируемого Федеральным министерством образования и исследований (BMBF) Федеративной Республики Германии. (грант № 01DK17035, срок 2017-2019 гг.). Этот международный проект возглавляла доктор Дагмар Балла, а координировал доктор Ахмад Хамидов (оба из ZALF., Мюнхеберг, Германия). Целью проекта была оценка возможности использования соленых дренажных вод орошаемого земледелия в засушливых/полузасушливых регионах Центральной Азии для сельскохозяйственных целей с помощью методов фиторемедиации. Наши исследовательские вопросы включали: какие потенциальные количества воды доступны для повторного использования, какие технико-технологические и экономические требования должны быть выполнены при очистке воды на месте, какие существуют возможности для использования водной биомассы и какие инфраструктурные, институциональные и социально-экономические условия для этого должны быть созданы.

**Основная часть.** В обширной главе 1 автор знакомит с методами дистанционного зондирования и их применением в гидрогеологических и гидромелиоративных вопросах, а также с современным литературным состоянием. Становится ясно, что существует значительная потребность в исследованиях, особенно для засушливых районов Центральной Азии.

В главе 2 подробно описывается область исследования. Глава 3 охватывает работу и результаты подпроекта Ж. Оңласынова в проекте BioWat.

В Главе 4 проводится регрессионный анализ спектральных каналов LandSat-8, Sentinel-2, а также выводятся индексы урожайности, засоления и динамики воды.

В Главе 5 проводится математическое моделирование водного баланса с использованием модели потока подземных вод MODFLOW на основе гидрогеологической трехмерной модели района исследования. Автор приходит к выводу, что около 14 % оросительной нормы приходится на дренажные воды, которые могут быть повторно использованы в качестве вторичных источников воды. Показаны различные сценарии функционирования дренажных систем (вертикальный дренаж в сочетании с горизонтальным дренажем). Для дальнейшей работы по оптимизации режимов ирригации и дренаж, снижению засоления на пострадавших территориях, дающих более точные показания водного баланса, в том числе зоны ненасыщенных почв, т.е. данные об испарении, транспирации и пополнении запасов подземных вод.

На основании текущей диссертации на тему «Применение ГИС-технологий и данных дистанционного зондирования Земли в гидрогеологических исследованиях на примере Мактааральского массива в Туркестанской области» из представленных результатов исследований видно, что только комбинированный подход гидрогеологии, гидрологии, управление водными ресурсами и землепользованием обещает решить проблемы, связанные с устойчивым использованием земельных и водных ресурсов. Таким образом, можно считать, что цель исследования была достигнута.

**Вклад автора.** Автором разработана методика изучения водного баланса в орошаемом земледелии, страдающем от засушливого и солевого стресса. Важно подчеркнуть, что сочетание существующих инструментов дистанционного зондирования, ГИС и моделирования с обширными практически собранными данными может привести к качественно достоверным утверждениям. Это включает, прежде всего, вывод корреляций между геоинформацией, урожайностью сельскохозяйственных культур, засолением и водным балансом.

В положительную сторону хочу отметить, что Ж. Оңласынов, исходя из цели проекта BioWat, был очень мотивирован и самостоятельно разработал методологический подход в сотрудничестве с Казахстанским партнером по проекту, самостоятельно ознакомился с методами и возможностями применения дистанционного зондирования, организовал сложную задачу сбора данных, как наземные, так и спутниковые, в сотрудничестве с соответствующими заинтересованными сторонами в этой области.

**Замечания и предложения.** Замечаний по содержанию диссертации в принципе нет. В ходе работы был проведен обширный сбор первичных и вторичных данных. Однако эта база данных была лишь частично задокументирована в работе. Это затрудняет понимание некоторых результатов. Было бы очень полезно, если бы по этому вопросу была доступна дополнительная информация, возможно, в виде приложений.

Представленная диссертация очень детализирована по своему объему. Рекомендуется редакционная доработка. О любых пожеланиях и предложениях по исправлениям я сообщу автору отдельно.

Желаю кандидату успехов в дальнейшей профессиональной деятельности, в продолжении научной работы, а также применения полученных знаний на практике для достижения устойчивого водопользования и землепользования.

#### **С оценкой работы выступили рецензенты:**

1) *СНС ИГТ им. У.М. Ахмедсафина, Ph.D Рахимова В.С.*

Диссертационная работа Оңласынова Ж. Ә. посвящена применению ГИС-технологий и данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) при гидрогеологических исследованиях массивов орошений. Диссертационная работа состоит из введения, 5 глав, заключения и списка использованных источников. Каждая глава имеет промежуточное заключение с приведением полученных выводов и промежуточных результатов. Язык и стиль изложения материала в диссертационной работе - лаконичный, последовательный, связанный.

**Актуальность проблемы.** К настоящему времени проблема ухудшения состояния природных условий и качества поверхностных и подземных вод стала привлекать внимание ученых и исследователей всего мира. Сохранение потребительских свойств подземных вод является одним из важнейших направлений гидрогеологии. Формирование и миграция загрязняющих веществ при выполнении агромероприятий и установление степени нагрузки от их воздействия на окружающую среду, часто требует обширного моделирования и анализа. В связи с ростом численности населения, увеличением масштабов и разнообразия антропогенного воздействия на природную среду, происходят значительные изменения в отношении качественного состава подземных вод.

В последнее время, основным инструментом мониторинга земельных ресурсов Казахстана становятся космические технологии. Именно космический мониторинг может дать достоверную информацию без наложения субъективизма и личного отношения к происходящему использованию земельных ресурсов.

Определение оптимального использования земли с помощью ГИС и данных ДЗЗ позволяют анализировать и классифицировать земельные участки в массивах орошения. В том числе, определение оптимального режима использования земель для выращивания сельскохозяйственных культур, оценку почвенных условий, мониторинг изменений земельного покрова и определение потенциальных угроз эрозии почвы. Планирование инфраструктуры и ресурсов с помощью ГИС и данных ДЗЗ позволяют визуализировать географическую информацию и проводить пространственный анализ для планирования инфраструктуры орошения, такой как распределение каналов, трубопроводов и насосных станций, что в свою очередь помогает оптимизировать расположение инфраструктуры, учитывая географические особенности и минимизировать затраты на строительство и эксплуатацию.

Перечисленные выше критерии, в отношении применения ГИС-технологий и данных дистанционного зондирования Земли при гидрогеологических исследованиях массивов орошения, являются весьма актуальными и обоснованными в отношении релевантности проводимых исследований.

**Научные результаты и их обоснованность.** По результатам выполненных научных исследований:

1. Разработан инновационный комплексный подход, объединяющий методы дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), географических информационных систем (ГИС) и математического моделирования, для изучения влияния гидрогеологических условий орошаемых массивов на урожайность сельскохозяйственных культур.



2. Выявлено уравнение прогностической модели засоленности почв, которое основывается на регрессионном анализе спектральных каналов, индексов засоления и данных солевой съемки. Это уравнение позволяет проводить картирование засоленности почв на участках, которые не были охвачены наземными мониторинговыми работами по солевой съемке.

3. Предложен и обоснован сценарий режима работы системы водоснабжения и дренажа (СВД) путем применения методов математического моделирования, который обеспечивает сохранение благоприятных гидрогеологических условий в течение года. Это положительно сказывается на урожайности сельскохозяйственных культур.

Обоснованность результатов диссертационного исследования достигается базированием на строго доказанных и корректно используемых выводах, положения которых нашли применение в данной работе, а также проверкой этих положений и выводов экспериментальными исследованиями.

#### **Практическая и теоретическая значимость научных результатов.**

Применение данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) с проведением анализа спектральных вегетационных индексов, индексов засоления и водных индексов позволяет оценить воздействие засоленности почв, уровня и минерализации грунтовых вод на урожайность сырья хлопка на участках с различными мелиоративными условиями, включая как благоприятные, так и критические.

Применение данных ДЗЗ с проведением регрессионного анализа спектральных каналов, индексов засоления и информации о солевой съемке позволяет вывести уравнение прогностической модели засоленности почв. С помощью этой модели можно проводить картирование засоленности почв на орошаемых землях Мактааральского массива с высокой точностью до 83%.

Математическая модель гидрогеологических условий орошаемых земель позволяет прогнозировать гидрогеологическую обстановку в различных сценариях режима работы скважин вертикального дренажа. С помощью этой модели можно оценить неэффективность текущего режима системы водоснабжения и дренажа (СВД) и подобрать оптимальный режим, способствующий улучшению мелиоративных условий. Это в свою очередь может привести к повышению урожайности сырья хлопка на исследуемой территории.

**Степень достоверности** результатов научных исследований подтверждается следующими факторами:

- Исследование основано на четком и строго научном подходе, который включает определение целей и гипотез, разработку и применение соответствующих методов и техник, сбор и анализ данных. Применение комплексного подхода, включающего данные ДЗЗ, ГИС-технологии и математическое моделирование, что позволяет получить более полную и точную картину влияния гидрогеологических условий на урожайность сельскохозяйственных культур.

- Данные ДЗЗ, используемые в исследовании, являются объективными и точными, поскольку основаны на снятии информации с помощью спутников и других дистанционных средств. Регрессионный анализ спектральных каналов и данных солевой съемки позволяет выявить закономерности и установить корреляционные связи между засоленностью почв и другими параметрами.

- Результаты исследования могут быть подтверждены и воспроизведены другими исследователями, следуя той же методологии и используя те же данные и техники. Это повышает надежность и обоснованность полученных результатов. Представленный метод исследований может быть использован для других участков, необходимых для изучения с применением методов ДЗЗ и ГИС-технологий.

- Регрессионный анализ и математическое моделирование, применяемые в исследовании, основаны на статистических методах, что позволяет оценить степень значимости и достоверности полученных результатов. Точность моделирования засоленности почв и прогнозирование гидрогеологических условий основывается на статистической обработке данных и анализе их связей.

- Результаты исследований опубликованы в научных журналах и представлены в материалах научных конференций, где они были подвергнуты рецензированию и обсуждению другими экспертами в данной области. Это также способствует проверке и анализу результатов исследования со стороны научного сообщества.

Комбинация этих факторов гарантирует достоверность результатов научных исследований и усиливает их важность и применимость в решении практических проблем, связанных с повышением урожайности сельскохозяйственных культур и улучшением мелиоративных условий на орошаемых участках.

**Личный вклад автора.** Автор разработал методологию исследования, включая выбор и обоснование применяемых методов, инструментов и техник, выполнил анализ данных ДЗЗ, сделал выборку с применением ГИС-технологий, построил математическую модель массива орошения и, в конечном счете, выполнил комплексный анализ гидрогеологических условий Мактааральского массива орошения и основных факторов влияния на урожайность сельскохозяйственных культур объекта исследований.

Автор осуществил работу с геопространственными данными, спектральными изображениями, индексами засоления, данными солевой съемки и другими источниками информации, а также провел статистическую обработку данных и выявил закономерности и связи между гидрогеологическими условиями и урожайностью хлопка сырца. Разработал и применил математическую модель для прогнозирования гидрогеологических условий и их влияния на урожайность. Включая определение фильтрационных параметров и прогнозных сценариев, проведение численных расчетов и интерпретацию результатов.

**Публикация и апробация работы.** Результаты исследований широко обсуждались и апробировались на международных и республиканских научных форумах, семинарах, опубликованы в 6 статьях, в том числе 2 статьи в республиканских специализированных изданиях, рекомендованных комитетом по контролю в сфере образования и науки МОН РК; 2 статьи в международном журнале, входящем в базу данных Scopus (NEWS of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Series of Geology and Technical Sciences); 2 статьи опубликованы в материалах международных конференций.

**Замечания и предложения.** Работа соответствует требованиям по ее оформлению, выполнена в необходимом объеме. Принципиальных замечаний по содержанию работы нет, замечания редакционного характера представлены автору устно и были устранены при подготовке материала к защите.

**Оценка работы.** Диссертационная работа Оңласынова Жұлдызбека Әліханұлы на тему: «Применение ГИС-технологий и данных дистанционного зондирования Земли при гидрогеологических исследованиях на примере Мактааральского массива орошения Туркестанской области» - отвечает всем требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям, и рекомендуется к защите для присвоения ученой степени доктора PhD, по специальности 6D075500 - «Гидрогеология и инженерная геология».

2) *к.г.м.н., Профессор Завалей В.А.*

**Актуальность проблемы.** В настоящее время актуальны проблемы водной и продовольственной безопасности. На Саммите «Центральная Азия – Китай», который состоялся 19 мая 2023 года, президент Казахстана Касым-Жомарт Токаев заявил, что ф КазНТУ 719-02. Выписка из протокола заседания кафедры

Центральная Азия – один из регионов, наиболее подверженных риску нехватки пресной воды, отметил первостепенное значение рациональных подходов к использованию имеющихся водных ресурсов. По оценке экспертов к 2050 году республика может оказаться в списке государств катастрофического водного стресса, что окажет влияние на социально-экономическое положение республики.

Ж. Оңласынов обосновал параметры и граничные условия модели, а также сценарии с учетом количества и режима работы скважин вертикального дренажа на Мактааральском массиве орошения. Это позволило определить эффективный режим работы скважин для формирования и поддержания оптимального почвообразовательного процесса, который обеспечит получение устойчивого урожая культур хлопкового севооборота.

Решение прогнозных задач на математической модели проведено для трех сценариев работы СВД. В результате их анализа предложен оптимальный режим работы вертикального дренажа, что характеризует практическую значимость диссертационной работы Ж. Оңласынова.

Научные исследования Ж. Оңласынова проведены в сочетании дистанционных методов и наземных наблюдений на ключевых участках, что позволяет увеличить информативность исследований. Картографический материал создан средствами ГИС-технологий.

**Научные результаты и их обоснованность.** Обоснованность научных результатов диссертационного исследования подтверждается выводами, приведенными и обоснованными в конце каждой главы. Достоверность выводов и заключений, сформулированных в работе, подтверждены публикациями в открытой печати, обсуждениями их на международных научных конференциях и семинарах.

Значимость научных результатов диссертационного исследования подтверждается выводами, приведенными и обоснованными в конце каждой главы. Работа содержит все необходимые элементы диссертации.

**Практическая и теоретическая значимость научных результатов.** Теоретическая значимость полученных результатов диссертационной работы обеспечиваются использованием опыта зарубежных исследований по тематической обработке данных ДЗЗ. В работе применяются современные средства ГИС, долговременный ряд данных ДЗЗ, моделирование, исследования операций, математический расчет спектральных индексов, вычислительные методы и результаты, полученные другими известными учеными.

Научные положения и выводы, сформулированные соискателем в диссертации, достаточно аргументированы и, что весьма положительно, подтверждаются корреляцией дистанционных данных и полевых измерений. Практическая значимость научных результатов диссертационного исследования подтверждается проверкой теоретических положений экспериментальными исследованиями.

С учетом изложенных в диссертационной работе основных понятий, принципов и методов дистанционного зондирования Земли, показано, что применение данных ДЗЗ в гидрогеологических и гидромелиоративных исследованиях ориентировано на результат.

Результаты исследования могут быть воспроизведены другими исследователями с применением описанной в работе методологии.

**Степень достоверности результатов** научных исследований подтверждается следующими факторами:

- исследование основано на достаточно тщательном литературном обзоре мирового и отечественного опыта применения ДЗЗ в гидрогеологических исследованиях. Применены методы исследования основанные на опытах ведущих зарубежных и отечественных ученых;

- результаты полученные методом ДЗЗ, в частности регрессионного анализа, показывают высокую корреляцию с данными наземных исследований. Полученные численные значения вегетационных индексов сопоставимы с данными по урожайности хлопка-сырца по региону;

- достоверность сценариев математического моделирования определяется высокой степенью калибровки модели при решении эпигнозной задачи.

**Личный вклад автора.** Проведен анализ публикаций в наукометрических изданиях, входящих в базы Web of science и SCOPUS, для ознакомления с всемирным опытом применения методов ДЗЗ в гидрогеологии.

Детально изучен район исследований, приведена актуальная эколого-мелиоративная оценка и оценка технического состояния оросительных систем.

Наземные исследования, связанные с темой диссертации, получены, в том числе, в рамках реализации проекта BIOWAT, в котором Ж.Оңласынов являлся одним из ключевых исполнителей.

Автором, для анализа урожайности, выполнена дешифровка спутниковых данных по территории исследования, проанализированы индексные изображения для участков с благоприятными и критическими условиями. Для вычисления спектральных индексов и выявления изменений обработаны архивные безоблачные изображения среднего разрешения.

Математические спектральные преобразования выполнены для следующих индексов: Нормализованный Разностный Вегетационный Индекс, Почвенный вегетационный индекс, Модифицированный почвенный вегетационный индекс-2,

Автором определена зависимость спектральных индексов и каналов от степени засоления почв с помощью многомерной линейной регрессии. Регрессионный анализ выполнен методом наименьших квадратов.

Построены карты засоления для всех округов с указанием степени их засоления.

Выполнена схематизация гидрогеологических условий. С помощью ГИС подготовлены исходные данные для создания гидродинамической модели, проведено математическое моделирование гидрогеологических условий в GMS, выполнена калибровка модели, построены и проанализированы сценарии работы СВД с выбором варианта эффективной системы работы вертикального дренажа.

**Публикация и апробация работы.** По результатам исследования опубликованы 6 статей, в том числе 2 статьи в республиканских специализированных изданиях, рекомендованных комитетом по контролю в сфере образования и науки МОН РК; 2 статьи в международном журнале, входящем в базу данных Scopus; 2 статьи в материалах международных конференций.

Результаты исследований обсуждались и апробировались на международных и республиканских научных семинарах и конференциях.

**Замечания и предложения.** Работа соответствует требованиям по оформлению диссертационных работ, выполнена в необходимом объеме. В качестве замечаний по диссертационной работе можно указать следующее:

Замечания редакционного и корректурного характера предоставлены автору в устной форме.

Перечисленные замечания не снижают научную и практическую ценность результатов диссертации.

**Оценка работы.** Считаю, что диссертация «Применение ГИС-технологий и данных дистанционного зондирования Земли при гидрогеологических исследованиях на примере Мактааральского массива орошения Туркестанской области», представленная на соискание Ф КазНТУ 719-02. Выписка из протокола заседания кафедры

ученой степени доктора философии (PhD) удовлетворяет требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям. Автор Оңласынова Жұлдызбека Әліханұлы заслуживает присвоения ученой степени доктора философии (PhD) по специальности 6D075500 - «Гидрогеология и инженерная геология».

**Ауелхан Е.С.**

*Приступаем к процедуре обсуждения.* Я считаю, что в гидрогеологию необходимо внедрять новые методики исследования, в том числе моделирование, ГИС-технологий, методы ДЗЗ, искусственный интеллект. Тема исследования Оңласынова Ж.Ә. является очень актуальным. Мы в качестве ППС кафедры «Гидрогеология, инженерная и нефтегазовая геология» должны создавать для наших студентов, магистрантов и докторантов все необходимые условия чтобы они могли овладеть всеми этими знаниями.

**Мухамеджанов М.А.**

Присоединяюсь к высказанным словам Ергали Сатышевича, и хочу добавить, что мне данная диссертационная работа очень понравилась. Она является весьма актуальной для развития АПК нашей страны. Желаю соискателю всего наилучшего.

**Заппаров М.Р.**

Работа соискателя очень объемная и охватывает смежные научные дисциплины. Поэтому сегодня были заданы много вопросов и замечания. Надеюсь вы учтете высказанные вопросы и замечания при защите диссертации в диссертационном совете.

**Завалей В.А.**

Присоединяюсь к высказанному Медетхана Расылхановича, и хочу добавить что, при выборе тематики охватывающую смежные дисциплины наук, центр тяжести вашей работы должен быть смещен в сторону гидрогеологии. При рецензировании работы соискателя, мое замечание было именно про это, и докторант Оңласынов Ж.Ә. исправил мое замечание.

Я всегда говорил, что среди разных направлений гидрогеологии, мелиоративная гидрогеология является самой трудной из всех. Назовите мне сегодня гидрогеологов-мелиораторов, их на пальцах можно посчитать, поэтому мы должны быть рады тому что мы воспитали еще одного хорошего специалиста в данном направлении.

**Мирошниченко О.Л.**

Я лично знакома с соискателем, и могу о нем отзываться только с хорошей стороны. Он является квалифицированным Гис-специалистом, специалистом в ДЗЗ, специалистом в области моделирования и хорошим руководителем. Как говорили известные ученые в области моделирования гидрогеологических процессов В.В. Веселов и В.Ю. Паничкин, «моделирование – это не наука, а искусство».

**Сотников Е.В.**

Я с Жулдызбеком знаком уже больше пяти лет. И я все это время наблюдал за ходом его диссертационной работы, и я видел как он горел этой работой, как досконально изучил и подошел к этому вопросу. Считаю, что работа получилась достойной и отвечает всем требованиям к работе для присуждения степени Ph.D. Можно сказать, что соискатель является пионером области применения ДЗЗ в гидрогеологии в Казахстане.

**Енсепаев Т.А.**

Я хочу сделать одно замечание, в добавок словам Вячеслава Алексеевича. Все-таки, у нас диссертационный совет является в большей степени геологическим. Поэтому, постарайтесь в презентации сделать акцент и на геологическую часть.

После оглашения рецензий и мнений членов кафедры и приглашенных ученых, выступил соискатель Ж.Ә. Оңласынов:

Спасибо за обсуждение, вопросы и ценные замечания. Все замечания будут учтены и исправлены в работе.

Председатель собрания ознакомил с процедурой голосования.

На обсуждение вынесено предложение:

Рекомендовать диссертацию Оңласынова Ж.Ә. по теме : «Применение ГИС-технологий и данных дистанционного зондирования Земли при гидрогеологических исследованиях на примере Мактааральского массива орошения Туркестанской области», к защите на Диссертационном совете «Геология, гидрогеология и геофизика» (по направлениям «6D070600 – Геология и разведка месторождений полезных ископаемых/8D07205 – Геология и разведка месторождений твердых полезных ископаемых/8D07206 – Геология нефти и газа»; «6D075500/8D05202 – Гидрогеология и инженерная геология»; 8D07104 – Нефтегазовая и рудная геофизика»).

#### **ИТОГИ ГОЛОСОВАНИЯ:**

За рекомендацию представить диссертацию Оңласынова Ж.Ә. к защите на Диссертационном совете по защите докторской диссертаций:

Проголосовало:

«За» - 20.

«Воздержавшиеся» - 0.

«Против» - 0.

Обменявшись мнениями, участники расширенного заседания кафедры «Гидрогеология, инженерная и нефтегазовая геология» **РЕШИЛИ:** рекомендовать докторскую диссертацию Оңласынова Ж.Ә. «Применение ГИС-технологий и данных дистанционного зондирования Земли при гидрогеологических исследованиях на примере Мактааральского массива орошения Туркестанской области», к защите на Диссертационном совете по защите докторских диссертаций. По актуальности, научной новизне и практической значимости данная работа отвечает предъявляемым требованиям к докторским диссертациям.

Председатель

Секретарь



Енсеппбаев Т.А

Маирова Р.Б.