

AP22788508 «Разработка методических подходов мониторинга состояния критически важных гидротехнических объектов инфраструктуры Казахстана с применением беспилотных летательных аппаратов и дистанционного зондирования Земли» - н.р. Низаметдинов Н.Ф.

Актуальность

Гидротехнические сооружения являются критически важными объектами инфраструктуры, нарушение целостности которых, имеют потенциал вызвать серьезные катастрофические последствия. Эти аварии способны причинить значительный ущерб населению, промышленным предприятиям, сельскому хозяйству и действующей инфраструктуре, что в свою очередь негативно сказывается на экономике страны. Таким образом, необходимо акцентировать внимание на предотвращении аварий и уменьшении их негативных последствий, учитывая высокую значимость гидротехнических сооружений.

События прорыва дамб на водохранилищах в Карагандинской области в 2014-2015 годах привели к затоплению жилых домов и территорий, гибели людей, нанесению вреда здоровью местных жителей, окружающей среде и сельскохозяйственным объектам. За период с 2009 по 2023 год произошло более 13 значительных случаев разрушения дамб и плотин по всему миру, что сопровождалось значительным количеством жертв.

Следовательно, масштабность и актуальность данной проблемы простираются за пределы регионального уровня и оказывают влияние на глобальный контекст.

В настоящее время особое внимание уделяется состоянию гидротехнических объектов и водным ресурсам в Республике Казахстан, в связи, с чем в Национальных проектах «Технологический рывок за счет цифровизации, науки и инноваций» и «Зеленый Казахстан» отмечена приоритетность цифровизации гидротехнических объектов для эффективного управления и координирования их деятельности.

Мониторинг, осуществляемый с применением беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) и данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), представляет собой экономически выгодное решение, лишенное негативного воздействия на окружающую среду и здоровье человека, при этом обеспечивая сбор обширной информации об исследуемом объекте с высокой степенью детализации в кратчайшие сроки.

Использование метода радарной интерферометрии позволит получить площадное, дифференцированное по времени проведения съёмок, представление о распределении значений вертикальных смещений в любой точке исследуемой площади и на любой момент времени, предшествующий фактической дате съёмки. Космическая радарная съёмка выполняется в ультракоротковолновой (сверхвысокочастотной) области радиоволн, подразделяемой на X-, C-, S-, L- и P-диапазоны. Для задач мониторинга смещений земной поверхности, критически важных объектов по каждой конкретной территории будут подбираться данные в одном или нескольких из этих диапазонов исходя из типа рельефа, типа растительного покрытия, ожидаемых величин смещений и т.д.

Космический аппарат Gaofen-3 (Гаофэнь-3) низкоорбитальный спутник Китая, получающий в С-диапазоне в разрешении до 1 м. GF-3 способен осуществлять двенадцатирежимную радарную съёмку всей земной поверхности 24 часа в сутки, вне зависимости от погодных условий.

Использование ортофотопланов с высоким разрешением и облако точек с высокой детализацией позволяет решать инженерно-геологические и маркшейдерско-геодезические задачи в комплексе. Ортофотопланы с высоким разрешением обеспечивают точное и оперативное выявление деформационных зон в насыпных дамбах, а также анализ характера и механизмов их деформирования. Применение дронов оборудованных тепловизионным сенсором высокого разрешения позволяет определять места протечки воды и трещины.

Ожидаемые и достигнутые результаты:

Предлагается разработать методические подходы для систематического мониторинга текущего состояния гидротехнических сооружений на примере исследования

Шерубай-Нуринаского водохранилища. В процессе мониторинга будут использованы передовые средства сбора высокоточных геопространственных данных, таких как беспилотные летательные аппараты (БПЛА) и материалы дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ).

С применением инновационных методов анализа данных и передовых вычислительных методов, включая методы машинного обучения и искусственного интеллекта, будет проведено прогнозирование возможных геомеханических процессов, которые могут оказать воздействие на состояние гидротехнических сооружений. На основе результатов мониторинга и анализа данных будут разработаны рекомендации, направленные на повышение уровня безопасности, надежности и бесперебойной эксплуатации критически важных объектов инфраструктуры. Разработанные методические подходы позволят снизить вероятность возникновения катастрофических последствий, которые могут причинить ущерб предприятиям, населению, окружающей среде и объектам сельского хозяйства.

Научная новизна Проекта состоит в разработке уникальной системы цифрового мониторинга поверхности гидротехнических объектов, дамб и насыпных сооружений. С развитием инфокоммуникационных технологий, включая такие мощнейшие инструменты, как интеллектуальный анализ данных (Data Mining), методы хранения и обработки больших данных (Big Data), глубинное обучение (Deep learning), блокчейн (Blockchain), интернет вещей (IoT), аналитика оконечных устройств (Edge Analytics), электронная идентификация личности (e-ID), Web-масштабируемые ИТ-среды (Web-Scale IT), гибридные облака (Hybrid cloud), геоинформационные системы, геопространственный анализ данных, а также с появлением БПЛА и возможности получения спутниковых данных открылись новые возможности мониторинга критически важных объектов инфраструктуры в Республике Казахстан



Рисунок 1 – 3D модель земляной плотины Шерубай-Нуринаского водохранилища



Рисунок 2 – Выполнение высокоточного нивелирования земляной плотины



Рисунок 3 – Подводный дрон PowerRay



Рисунок 4 – Беспилотный летательный аппарат Wingtra One

Список публикаций научного руководителя в отечественных журналах, в том числе рекомендованных КОКСОН МОН РК, опубликованных за период 2018-2023 годы:

1. Игемберлина М.Б., Низаметдинов Н.Ф., Жунусова Г.Е., Рахимов Г. Проектирование геодинамического полигона для проведения геодезического мониторинга за сдвижением земной поверхности. Горный журнал Казахстана, 2023 №1, С 24-30 <http://surl.li/omidn>

2. Низаметдинов Н.Ф., Низаметдинов Ф.К., Низаметдинов Р.Ф. Мониторинг состояния отсыпаемых рудных масс на площадке кучного выщелачивания. Труды «IX Международной конференции по геомеханике», Варна, 2020, С. 91-97

3. Низаметдинов Н.Ф., Барышников В.Д., Низаметдинов Р.Ф., Исследование процесса сдвижения земной поверхности при повторной разработке жезказганского месторождения. Журнал "Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых", Новосибирск: Издательство СО РАН, 2021, №2, С. 11-17.

4. Низаметдинов Н.Ф., Низаметдинов Ф.К., Естаева А.Р. GPS жене спутниктик жүйелер, позиционирлеу технологиялары. Учебное пособие, Караганда: КарГТУ, 2021.-60с.

5. Низаметдинов Н.Ф., Низаметдинов Ф. К., Элиманов Д. К., Игемберлина М. Б. Система автоматизированного контроля состояния насыпных дамб хвостохранилищ обогатительных фабрик. Горный журнал, Москва, 2023, №2, С.63-67.

В рамках выполнения проекта подана заявка на получение патента РК (Низаметдинов Наиль Фаритович, Ожигин Дмитрий Сергеевич, Гроссул Павел Павлович, Казанцева Виктория Владимировна, Косарев Николай Сергеевич, Ярцева Вера Фаридовна, Байғали Руслан Қанатұлы, Сатбергенова Асель Қуандықовна, Кубайдуллина Улпан Айтқужиевна №2024/0806.1 от 02.10.2024г).

Исследовательская группа

1. **Низаметдинов Наиль Фаритович** – к.т.н., и.о. доцента каф. МДиГ
ORCID - 0000-0002-8881-1259
Scopus ID 57191986266
2. **Ожигин Дмитрий Сергеевич** – PhD, и.о. доцента каф. МДиГ
ORCID - 0000-0002-2443-3068
Scopus ID 55827717400
3. **Косарев Николай Сергеевич**, к.т.н, доцент ВАК, научный сотрудник
Научно-исследовательского института геодезии, топографии и картографии. Чешская Республика
ORCID - 0000-0003-1806-3651
Scopus ID 57226373393
4. **Сатбергенова Асель Куандыковна** – м.т.н., ст. преподаватель, докторант по
специальности «Геодезия» кафедры МДиГ
ORCID - 0000-0001-5806-2827
Scopus ID 5720941133
5. **Ярцева Вера Фаридовна** – м.т.н., ст. преподаватель, докторант по
специальности «Горное дело»
ORCID - 0000-0003-3015-0280
6. **Казанцева Виктория Владимировна** – м.т.н., преподаватель соискатель
кандидатской степени по специальности «Геодезия»
ORCID - 0000-0002-5915-1677
7. **Кубайдуллина Улпан Айткужиевна** – м.т.н., преподаватель, докторант по
специальности «Маркшейдерское дело»
ORCID - 0000-0002-2445-5590
8. **Байғали Руслан Қанатұлы** – м.т.н., преподаватель, докторант по
специальности «Маркшейдерское дело»
ORCID - 0000-0003-4431-2172

Информация для потенциальных пользователей

На основе проведённых исследований в последующие годы реализации проекта будет разработана математическая модель прогнозирования вероятных проявлений геомеханических процессов на основе одновременных цифровых моделей исследуемого объекта с привлечением методов машинного обучения и искусственного интеллекта, позволит совмещать две и более серии измерений выполненных БПЛА и методом ДЗЗ, для определения опасных участков, характеризующихся высокой вероятностью проявления деформационных процессов.

Область применения

Гидротехнические сооружения

Дата обновления информации: 08.11.2024 г.