

## ОТЗЫВ

официального оппонента доктора технических наук,  
доцента Мустафина Мурата Газизовича на диссертацию  
Ханнанова Рустема Рашитовича  
на тему «Разработка методики геодезического мониторинга ограждающих  
дамб (на примере золоотвала ТОО «Главная распределительная  
энергостанция Топар»)),  
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук  
по специальности 1.6.22. Геодезия.

### Актуальность темы исследования

Гидротехнические сооружения являются опасными инженерными объектами, на которых в соответствии с нормативными документами систематически должны проводиться мониторинговые наблюдения.

При увеличении энергетической мощности станции Топар необходимо обеспечение эксплуатационной прочности ограждающих дамб в связи с ростом емкости водозабора. Соответственно следует уделить повышенное внимание контролю деформационных процессов для отслеживания негативных проявлений, могущих привести к аварийным ситуациям

В настоящее время на гидротехнических сооружениях преимущественно выполняют геодезический мониторинг традиционными методами измерений, которые по точечным измерениям дают дискретную информацию о состоянии объекта наблюдения.

Для получения более полной информации об объекте необходимо применять современные методы сбора пространственных данных, которые позволяют более информативно вести наблюдения, не упуская определенные участки дамб и тем самым повышая надежность и точность оценки.

В этой связи диссертационная работа Ханнанова Рустема Рашитовича является актуальной, так как в ней предложена методика геодезического мониторинга состояния гидротехнических сооружений (на примере дамб), в основе которой применение современной геодезической технологии: наземного лазерного сканирования. Кроме того в диссертации предложена интерпретация наблюдений с применением конечно-элементного анализа

Вх М 01.05/01/25  
ДАТА 03.05.2024

напряженно-деформированного состояния дамбы, что говорит о комплексности исследований и широкой эрудиции соискателя.

**Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций.**

1. Научное положение. Предложенная технология лазерного сканирования и обработки с подбором параметров фильтрации методом молдинга для исключения растительности из точек лазерных отражений позволяет на поверхности дамбы выявить расположение деформированных участков с определением величин деформаций.

При использовании технологии лазерного сканирования (ЛС) важным этапом постобработки данных является проведение качественной фильтрации результатов измерений. Особенность ЛС состоит в дистанционном многоточечном измерении (съемке) определенной области. При этом сканирующий луч попадает на разные предметы, которые не характеризуют объект изучения. Автором разработана технология выделения поверхности дамбы из массива облака точек лазерных отражений, что, безусловно, делает существенно эффективной лазерно-сканирующую съемку.

2. Разработанная методика геодезического мониторинга насыпных гидротехнических сооружений на базе технологии лазерного сканирования, включающая томографические исследования тела дамбы и конечно-элементное моделирование, позволяет определять напряженно-деформированное состояние данного гидротехнического сооружения.

Автором последовательно сначала разработана методика лазерного сканирования, которая обеспечивает оценку текущего состояния дамбы и далее системно проводится анализ ее напряженно-деформированного состояния (НДС), что в купе позволяют интерпретировать техническое состояние. Преимущество такого подхода очевидно, однако в геодезической практике обычно ограничиваются измерениями. В этой связи считаю, что

автором принято правильное решение использовать стандартные инженерные комплексы по расчету НДС дамбы.

3. Предложенная структура базы данных для хранения комплексной информации о всех видах обследования дамбы позволяет сделать заключение об устойчивости инженерного сооружения и условиях его безопасного функционирования.

Мониторинг технического состояния объекта подразумевает проведение систематических наблюдений с целью оценки, контроля и прогноза состояния. Третье положение направлено на выдачу заключения об устойчивости дамбы и, таким образом, полностью провести все этапы геодезического мониторинга.

Автор обоснованно сформулировал проблемы и тенденции развития геодезического мониторинга состояния гидротехнических сооружений, ссылаясь на опыт российских и зарубежных ученых. Недостатком современных методик мониторинга является их трудоемкость и недостаточность информации для определения деформационных участков и численного расчета напряженно-деформированного состояния дамбы.

Главным достоинством работы является обоснование применения метода наземного лазерного сканирования, базирующегося на большом объеме измерений и проведенным сравнительным анализом.

Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций подтверждается проведенными в диссертационной работе экспериментами. Результаты экспериментов представляются убедительными и не вызывают вопросов и сомнений.

Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций подтверждается четкостью постановки задач исследований, строгостью теоретического обоснования предлагаемых технологических решений, большим объемом выполненных измерений, корректностью использования математического аппарата, согласованностью теоретических результатов с

экспериментальными данными, полученными методом наземного лазерного сканирования.

Достоверность научных положений диссертационного исследования подтверждается публикациями в рецензируемых научных изданиях и участием соискателя в научно-технических конференциях.

**Научная новизна заключается в следующем:**

1 Разработана технология наземного лазерного сканирования и его обработки, которая объединяет определение точечных и площадных деформаций для объекта и их величину. Технология обработки ТЛЮ основана на фильтрации точек лазерных отражений, основанных на методе молдинга что позволяет выделить поверхность дамбы и использовать для дальнейшего анализа.

2 Создана трехмерная модель тела дамбы с заданием геометрических и физико-механических свойств слагающих ее пород для расчета методом конечных элементов напряженно-деформированного состояния дамбы с совокупным влиянием фильтрационных процессов.

3 Разработана комплексная методика мониторинга земляных гидротехнических сооружений и предложена структура базы данных для хранения информации о всех видах обследования и мониторинга дамбы, а также для удобства выборки нужных данных при составлении заключения о устойчивости сооружения.

**Теоретическая и практическая значимость исследований** состоят в разработке методики геодезического мониторинга технического состояния гидротехнических сооружений на примере ограждающих дамб по данным наземного лазерного сканирования и использования стандартного инженерного программного обеспечения по оценке НДС массива дамбы, позволяет на практике использовать эту методику для определения деформаций дамб и обоснованно принимать решения о безопасности их

дальнейшей эксплуатации. Теоретическая значимость состоит в обосновании технологии лазерно-сканирующей съемки применительно к дамбам и с функцией классификации по выделению поверхности дамбы. Несомненно, теоретически значимым фактором является расчеты НДС дамбы, их интерпретация и алгоритм увязывания с фактическими данными о ее деформировании.

**Соответствие содержания автореферата основным положениям диссертации.** Содержание автореферата в полной мере соответствует основным положениям диссертации.

#### **Замечания:**

1. Почему принята именно сканирующая система Leica ScanStation 2 для данной исследовательской работы?
2. Для чего использовались фотоснимки, полученные в ходе производства аэрофотосъемки беспилотными авиационными системами?
3. В чем причина значительного отличия коэффициентов устойчивости дамбы, полученные при расчетах в разных программных комплексах (Midas GTS NX и Rocscience Slide)?

#### **Заключение**

Отмеченные замечания имеют не принципиальный характер и не снижают научную и практическую значимость выполненных диссертационных исследований и носят скорее рекомендательный характер.

Выполненные исследования актуальны, имеют научную новизну и практическую ценность и выполнены автором самостоятельно.

Диссертационная работа Ханнанова Рустема Рашитовича на тему «Разработка методики геодезического мониторинга ограждающих дамб (на примере золоотвала ТОО «Главная распределительная энергостанция Топар»)» соответствует областям исследования: 10. Дистанционный

геодезический мониторинг состояния окружающей среды, в первую очередь, опасных процессов и явлений, способствующих возникновению стихийных бедствий и кризисных ситуаций, в том числе путем создания сетей непрерывных и повторных наземных, морских и спутниковых наблюдений.

12. Геодезическое обеспечение изысканий, проектирования, строительства и эксплуатации крупных инженерных комплексов, в том числе гидротехнических сооружений, атомных и тепловых электростанций, промышленных предприятий, линейных сооружений, в том числе с применением робототехники. Геодезический мониторинг устойчивости зданий и сооружений. Геодезический контроль ведения технического надзора при строительстве и эксплуатации нефтегазодобывающих комплексов.

паспорта научной специальности 1.6.22. Геодезия, разработанного экспертным советом ВАК Минобрнауки России, по техническим наукам.

Результаты диссертационного исследования опубликованы в 14 научных работах, 3 из которых опубликованы в изданиях, входящих в перечень российских рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, получено одно свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Диссертация Ханнанова Рустема Рашитовича на тему «Разработка методики геодезического мониторинга ограждающих дамб (на примере золоотвала ТОО «Главная распределительная энергостанция Топар»)» является законченной научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных исследований изложены новые научно-обоснованные технические и методические решения по созданию усовершенствованной методики геодезического мониторинга состояния гидротехнических сооружений (на примере дамбы), имеющей важное значение для развития геодезической отрасли страны.

Диссертация соответствует критериям п. 9 «Положение о присуждении ученых степеней» ВАК Министерства науки и высшего образования

