

## ОТЗЫВ

официального оппонента, доктора технических наук, профессора  
Столбова Юрия Викторовича на диссертацию  
Аль Фатин Хасан Джамил Ибрахим на тему: «Геодезические наблюдения за  
деформациями плотин с учетом результатов моделирования  
деформированного состояния и влияния уровня воды водохранилища»,  
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук  
по специальности 25.00.32 - Геодезия

### **Актуальность избранной темы**

Актуальность темы исследований продиктована обеспечением безопасных условий жизнедеятельности в районах строительства и эксплуатации плотин. При этом следует отметить неуклонный рост в мире количества аварий на плотинах и то обстоятельство, что, как правило, мониторинг деформационных процессов осуществляется геодезическими службами.

Автором в диссертации рассмотрены предпосылки совершенствования методик наблюдений, которые прежде всего состоят в доступности для широкой квалификации инженеров компьютерных технологий моделирования деформированного состояния плотин и на этой основе развитие существующих геодезических методик наблюдений за их деформированием. Повышение точности геодезических наблюдений, которое мы наблюдаем сегодня с переходом на электронные измерительные геодезические приборы, может быть нивелировано их несвоевременностью проведения или неточностью местоположения деформационных марок.

В этой связи чрезвычайно важной актуальной задачей является выявление физических аспектов, влияющих на деформационный процесс плотины. Очевидно, что проведение наблюдений при низком уровне давлений воды на плотину не будет характеризовать устойчивость плотины. Соответственно в эти периоды (низкой воды в водохранилище) можно ограничиться довольно длительным интервалом между наблюдениями. Другая картина при средних или повышенных давлениях воды. Здесь следует более частые наблюдения, особенно в периоды высокой воды. Следующий вопрос – это о размещении деформационных марок на плотине. До настоящего времени интервал между ними был одинаковым. Вместе с тем, безусловно, что распределение деформаций в плотине не равномерно. Не равномерным должен быть и интервал между марками. Этот вопрос весьма важен, так как геодезисты решают задачу как бы двойного назначения. С одной стороны выявление деформаций на плотине, вызванных воздействием

ОТЗЫВ

ВХ. № 9-132 от 13.06.22  
АУ УС

внешних факторов (давление воды), и с другой – дефекты проектирования и строительства.

Таким образом, тема диссертации, направленная на решение задач об организации геодезических наблюдений за деформациями плотин с учетом уровня воды в водохранилище и прогнозной оценки деформированного состояния плотины является актуальной. Важно отметить, что настоящая работа приурочена к конкретному объекту: плотине «Дукан», расположенной в Ираке, но выводы и практические рекомендации будут также полезны и для России.

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

Автор проанализировал уровни водохранилища и деформации плотины Дукан на протяжении 12 лет. Построил графики зависимостей и установил количественную связь между этими параметрами. Определил средний уровень воды водохранилища (492,3 м). Полученные данные характеризуют лишь единичный объект. Для подтверждения выявленной зависимости и численного его обобщения выполнено моделирование деформированного состояния плотины. Автором разработан программный комплекс «Плотина» (получено авторское свидетельство) реализующий метод конечных элементов для расчета напряженно-деформированного состояния (НДС) плотины. В результате многовариантного моделирования получено распределение смещений в плотине, подтверждающее зависимость смещений от уровня воды в водохранилище, полученные по фактическим данным. Результаты проведенных исследований позволили разработать порядок наблюдений за деформациями. Выделены три уровня воды в водохранилище. Таким образом первое положение: Периодичность геодезических наблюдений за деформациями плотины следует связывать с уровнем воды водохранилища, который характеризует степень опасности напряженного состояния и выделять при этом три режима наблюдений по уровням верхнего бьефа: опасный (выше среднего), предупредительный (интервал средних уровней) и неопасный (от нижней отметки интервала среднего уровня), следует считать доказанным.

Второе защищаемое положение: Деформационные марки на поверхности плотины необходимо располагать соответственно прогнозным концентрациям деформаций, которые определяются на основе предварительного расчета смещений по разработанной программе, использующей алгоритм метода конечных элементов.

Автор использовал разработанный ПК «ПЛОТИНА», которым смоделированы различные уровни воды водохранилища и распределение

деформаций в плотине. Показано, что наименьшие их значения наблюдаются у заделки (прибрежных зонах), а максимальные в средней части плотины. Кроме того, смоделированы варианты модели с разной прочностью материала плотины. Это сделано для подтверждения и визуализации зон, где концентрируются деформации и возможны разрушения. Эти исследования, как и оценка распределения деформаций в теле плотины показали, что деформации в плотине концентрируются в срединных областях плотины. Модельные расчеты распределения смещения плотины корреспондируются с фактическими данными о смещениях. При организации наблюдений за смещениями обычно принимают интервал, равный 20 м. В нашем случае в средней части плотины (красная зона) интервал между марками рекомендуется принять равным 15 м, а у заделки плотины (зеленая зона) 25 м. В оранжевой зоне интервал традиционный, равный 20 м. Таким образом второе положение также вполне обосновано.

Третье защищаемое положение: Точность прогнозирования деформационного процесса плотин повышается при использовании разработанной методики проведения геодезических наблюдений за смещениями, включающей заложение деформационных марок в местах их априорных концентраций и периодичности замеров с частотой, соразмерной уровню воды в водохранилище, а также с применением модифицированного способа оценки стабильности исходных пунктов

Автором диссертации разработана общая схема геодезического мониторинга плотин, в которой четко обозначены все его этапы и те блоки, которые предлагает диссертант. В соответствии с нормативными документами построение деформационной сети связано с проектированием и предрасчетом точности положения ее пунктов. В диссертации в качестве примера выполнено моделирование точности определения координат деформационных марок по линейным измерениям от одной до четырех станций измерений на 5 целей (марок). При этом моделировались схемы с разными углами наблюдений и расстояниями до марок. Использовался фундаментальный принцип соотношения между координатами точек (пунктов сети) и длинами линий. Проектирование схем деформационной сети выполнялось в среде AutoCAD. При этом вектор измеренных расстояний моделировался с использованием паспортной точности (СКП) измерения расстояний. Далее на основе МНК выполнен предрасчет точности для спроектированных схем. Полученные зависимости точности положений деформационных марок от количества исходных пунктов и точности измерений позволяют ориентироваться при выборе средств измерений и расположения съёмочных станций. Для обеспечения точности наблюдений

на плотине Дукан, в соответствии со стандартом Ирака выбран тахеометр 7501 с СКП измерений 0,5 сек. (угловая) и 2 мм + 2 ppm (линейная).

Существующую схему деформационной сети автор изменил в части расположения деформационных марок и полностью обновил обработку измерений. Периодичность геодезических наблюдений предложено проводить в соответствии с первым положением. Места заложения деформационных марок для плотины Дукан определяются в соответствии с разработанными рекомендациями (второе положение).

Чрезвычайно важным вопросом является анализ устойчивости исходных пунктов. Автором выполнена модификация известного способа Костехеля, заключающаяся в его обобщении на горизонтальные смещения. На плотине Дукан при анализе оценки смещений было обнаружено, что съемочные точки сети не обладали стабильностью. Предложенный алгоритм оценки наиболее устойчивого репера обеспечивает корректную обработку результатов измерений и оценку деформационного процесса. Таким образом, можно признать, что автором обосновано третье защищаемое положение.

Выводы и рекомендации, предложенные автором, базируются на обоснованных научных положениях и корректно обобщены для различных условий. Их апробация проведена на следующих научно-практических мероприятиях: 1. Международная научно-техническая конференция «Geodetic deformation monitoring in the dam-reservoir system» (г. Кисловодск, 2019 г.). 2. Международный форум «Геострой-2020: Методика геодезического контроля водоподпорных плотин с учетом объема воды водохранилища» (г. Новосибирск, 2020 г.). 3. Международная научно-практическая конференция «Современные проблемы инженерной геодезии» (г. Санкт-Петербург, ПГУПС, 2019 г.). 4. XIX Всероссийская конференция-конкурс студентов и аспирантов «Актуальные проблемы недропользования» (г. Санкт-Петербург, Горный университет, 2021 г.). Результаты диссертационной работы в достаточной степени освещены в 6 опубликованных работах, в том числе в 2 статьях - в изданиях из перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук (далее – Перечень ВАК), в 3 статьях - в изданиях, входящих в международные базы данных и 8 системы цитирования Scopus и Web of Science. Получено 1 свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ. Количество публикаций, их уровень и апробация результатов работы свидетельствуют о достаточно высоком уровне известности работ и их одобрении.

Диссертация состоит из оглавления, введения, 4 глав с выводами по каждой из них, заключения, списка сокращений и условных обозначений и списка литературы, включающего 145 наименований. Диссертация изложена на 113 страницах машинописного текста, содержит 33 рисунков, 14 таблиц и 2 приложения. Научные положения, выводы и рекомендации исследований, изложенные в автореферате и диссертации идентичны.

#### **Достоверность исследований**

Подтверждается использованием большого объема фактических измерений по разработанной технологии наблюдений, обоснованностью теоретических расчетов, согласованностью результатов с альтернативными исследованиями, применением сертифицированного оборудования, приборов и программного обеспечения, а также фактическими данными и результатами экспериментальных исследований, полученными независимыми экспертами.

#### **Научная новизна работы**

Автором разработаны: алгоритм и численно установлена связь между уровнем воды водохранилища и величиной деформаций в плотине, позволившей уточнить порядок проведения геодезических наблюдений соразмерно основному фактору опасности; конечная элементная модель плотины и по результатам моделирования получено распределение деформаций, что позволило уточнить расположение деформационных марок в соответствии с расчетными концентрациями смещений; методика геодезических наблюдений, включающая способ оценки стабильности пространственного положения исходных пунктов, а также двухступенчатую схему определения координат деформационных марок, размещенных с нерегулярным интервалом, для условий плотины «Дукан» в Ираке.

#### **Замечания**

1. В диссертации довольно полно рассмотрены способы оценки деформаций с применением традиционных наземных линейно-угловых измерений, однако не рассмотрено привлечение ГНСС-технологий, например для оценки исходных реперов.

2. В диссертации рассматривается плотина Дукан, однако следовало бы обобщить результаты для разных типов плотин, в том числе типичных для России.

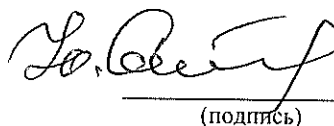
3. Приведена методика измерений, вместе с тем не отмечены критерии деформаций, которые следует учитывать при оценке деформаций.

Следует отметить, что приведенные замечания не существенно влияют на общий высокий уровень диссертации.

## Заключение

Диссертация «Геодезические наблюдения за деформациями плотин с учетом результатов моделирования деформированного состояния и влияния уровня воды водохранилища», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.32 - Геодезия, соответствует требованиям раздела 2 «Положения о присуждении ученых степеней» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет», утвержденного приказом ректора Горного университета от 20.05.2021 № 953 адм, а ее автор – Аль Фатин Хасан Джамил Ибрахим – заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.32 - Геодезия.

Доктор технических наук, профессор  
Заслуженный работник геодезии  
и картографии РФ, почетный работник  
ВПО РФ,



Столбов Юрий Викторович

(подпись)

« 5 » мая 2022г.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина» (ФГБОУ ВО Омский ГАУ)

Структурное подразделение: кафедра геодезии и дистанционного зондирования

Почтовый адрес:

644008, г. Омск, Институтская площадь, 1,

Телефон: +7 913 621 64 70

E-mail: [ssu0810@mail.ru](mailto:ssu0810@mail.ru)

[www.omgau.ru](http://www.omgau.ru)

Должность: профессор кафедры геодезии и дистанционного зондирования

Докторская диссертация защищена по специальности 25.00.32. Геодезия

Подпись профессора Столбова Юрия Викторовича, заверяю.  
Ученый секретарь Ученого совета ФГБОУ ВО Омский ГАУ



Н.А. Дмитриева

05.05.2022