

Отзыв

официального оппонента кандидата технических наук Сердакова Леонида Евгеньевича на диссертацию Устинова Александра Валерьевича на тему «Разработка методики геодезического мониторинга гидротехнических сооружений в процессе компенсационного нагнетания (на примере здания Загорской ГАЭС-2)», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.6.22. Геодезия.

Актуальность темы исследования.

Обеспечение безопасности критически важных объектов инфраструктуры является одной из ключевых задач государства. В Российской Федерации для обеспечения безопасности критически важных объектов инфраструктуры приняты нормативные правовые акты, которые регламентируют данную сферу. К критически важным объектам инфраструктуры в настоящее время относят и гидротехнические сооружения, которые в процессе эксплуатации подвергаются воздействию, как природной среды, так и техногенных нагрузок. В результате чего происходит изменение свойств материалов конструкций, напряженно-деформированного состояния объекта, его устойчивости, положения и геометрических параметров сооружений.

В некоторых случаях изменения состояния гидротехнических сооружений приводит к возникновению неравномерных осадок, вследствие чего нарушается положение вертикальных осей установленного гидросилового оборудования, и оборудование полностью теряет работоспособность. В настоящее время для восстановления гидротехнических сооружений, подвергшихся неравномерным осадкам, применяют метод управляемого компенсационного нагнетания, суть которого заключается в инъекции в предварительно подготовленную структуру грунта, расположенную в основании здания, избыточного объема медленно твердеющего раствора на минеральной основе. По результатам каждой инъекции происходит подъем сооружения на заранее известную величину.

При компенсационном нагнетании важно обеспечить высокую точность и оперативность получаемых результатов определения пространственного положения сооружения для эффективного управления процессом нагнетания, в связи с этим разработка методики геодезического мониторинга на базе современной контрольно-измерительной аппаратуры, программного обеспечения и методов математической обработки результатов измерений является актуальной, а ее решение представляет, как научный, так и практический интерес.

Научная новизна заключается в том, что:

1) обоснована необходимость разработки методики геодезического мониторинга гидротехнических сооружений в процессе компенсационного нагнетания в связи с имеющейся реальной производственной задачей подъема здания станционного узла Загорской ГАЭС-2;

В И Д 01.05/2/45
ДАТА 01.12.2022

2) проведены комплексные испытания макета автоматизированной системы геодезического мониторинга гидротехнических сооружений на опытном участке по подъему фундаментной плиты, имеющей размеры $10 \times 10 \times 5$ м, заглубленной в грунт на глубину от 17 до 21 м, на основе которых была разработана модель подъема здания станционного узла Загорской ГАЭС-2;

3) разработана методика геодезического мониторинга гидротехнических сооружений, позволяющая повысить качество и надежность результатов контроля пространственного положения сооружения в процессе компенсационного нагнетания за счет оптимального состава применяемой контрольно-измерительной аппаратуры, программного обеспечения и методов математической обработки результатов измерений;

4) теоретически обоснована и практически показана возможность применения метода Precise Point Positioning (PPP) для контроля положения опорных пунктов и станций тахеометров в автоматизированной системе геодезического мониторинга гидротехнических сооружений.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций.

Все выводы и результаты исследований являются математически обоснованными и достоверными.

Состоятельность выдвинутых автором предложений проверена и подтверждена в ходе анализа данных, полученных автоматизированной системой геодезического мониторинга за пространственным состоянием здания Загорской ГАЭС-2. Кроме того, автором был проведен ряд успешных экспериментов по применению метода PPP для контроля пространственного положения опорных пунктов и станций тахеометров в автоматизированной системе геодезического мониторинга гидротехнических сооружений. Исходя из этого, можно сделать вывод о том, что соискатель в полном объеме выполнил поставленные в исследовании задачи, а также корректно и обоснованно, как с теоретической, так и практической стороны сформулировал рекомендации по дальнейшему применению разработанной методики геодезического мониторинга для контроля пространственного положения аналогичных гидротехнических сооружений с целью обеспечения оперативности получения результатов мониторинга, повышения надежности и безопасности проведения геодезических работ в процессе компенсационного нагнетания.

Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций

Апробация и одобрение исследований проходили на следующих Международных конгрессах и конференциях:

– на 26 Ассамблее Международного сообщества Геодезии и Геофизики IUGG-2015 (г. Прага, Чехия, 2015);

– на научно-технических конференциях «Гидроэнергетика. Гидротехника. Новые разработки и технологии» (г. Санкт-Петербург, 2016, 2017);

– на VI Международной научно-практической конференции «Актуальные вопросы геодезии и геоинформационных систем» (г. Казань, 2017);

– на XXV Международном Симпозиуме «Оптика атмосферы и океана. Физика атмосферы» (г. Новосибирск, 2019).

Результаты диссертационного исследования внедрены в производственный процесс АО «Институт Гидропроект» в рамках выполнения работ по восстановлению Загорской ГАЭС-2, а также в учебный процесс Автономной некоммерческой организации высшего образования «Университет Иннополис».

Теоретическая и практическая значимость исследований.

Теоретическая значимость исследований заключается в том, что использование предложенной методики геодезического мониторинга гидротехнических сооружений в процессе компенсационного нагнетания позволяет выполнять контроль пространственного положения уникальных объектов критической инфраструктуры, подвергшихся значительным неравномерным осадкам, с требуемой для этого точностью.

Практическая значимость исследований видится в том, что предложенная методика геодезического мониторинга гидротехнических сооружений в процессе компенсационного нагнетания применялась для подъема части здания Загорской ГАЭС-2 на величины около полутора метров.

Замечания.

1) На стр. 37 где описан принцип работы инклинометра отсутствует принципиальная схема его устройства, хотя текст описания это предполагает.

2) На стр. 41 рис. 1.18 необходимо дополнить легендой обозначения пунктов сети спутникового мониторинга ГТС, так как в тексте п 1.5 описано: «Одним из вариантов реализации АСГМ является система спутникового геодезического мониторинга ... - три опорных пункта ГНСС, установленных на наиболее стабильном основании», а на рисунке представлена иная схема. Корректная схема представлена на рис. 1.23 и 1.25.

3) Из текста п. 1.6 и конкретно табл. 1.12 можно сделать выводы о СКО определения пунктов мониторинга рассматриваемы ГТС с помощью ГНСС. Однако необходимо помнить, что описывается АСГМ (автоматизированная система геодезического мониторинга), где ГНСС являются частью этой системы и другие ее составляющие значительно уточняют данные системы мониторинга объекта большее значение СКО по данным ГНСС может быть уменьшено с помощью данных из других систем. В общем случае в выводе по первой главе не хватает заключения о ГНСС как ключевом элементе системы АСГМ ГТС, но на данном этапе научно-технического развития не самостоятельном.

4) На рис. 2.11 отсутствуют обозначения осей графика.

5) В тексте п. 2.2.1 нет пояснений о выборе проведения периодичности наблюдений, приведенных в табл. 2.5, является это специально разработанной

методикой для данного ГТС или соответствует нормативной документации по эксплуатации ГТС.

6) П 2.3 дается описание расчетов модели ликвидации последствий осадки здания у стационарного узла Загорской ГАЭС-2 в 3 этапах. В п. 2.4 освещаются результаты мониторинга по апробации методики компенсационного нагнетания. После ознакомления с двумя этими пунктами нет ясности в приведенных результатах на рис. 2-16 графика перемещений фундаментальной плиты. Соответствуют полученные данные геодезического мониторинга результатам моделирования процесса? Нет описания процессов, отображенных на рис. 2.16 обозначенных как этапы I, II, III.

7) В п. 3.3.2 указано «...смещения в большинстве станций имеют схожий график, за исключением станций GPS3, GPS4 и GPS9..., что подтверждается данными установленных в системе мониторинга автоматических тахеометров», нет пояснений о величинах смещения пунктов по данным динейно-угловых наблюдений на эти пункты.

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

Заключение.

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

Результаты диссертационного исследования отражены в 10 научных статьях, 9 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.

Содержание автореферата в полной мере соответствует основным положениям диссертационной работы.

Диссертационная работа Устинова Александра Валерьевича на тему «Разработка методики геодезического мониторинга гидротехнических сооружений в процессе компенсационного нагнетания (на примере здания Загорской ГАЭС-2)» соответствуют областям исследования: 8 – Геодезический мониторинг напряженно-деформированного состояния земной коры и ее поверхности, зданий и сооружений, вызванного природными и техногенными факторами, с целью контроля их устойчивости, снижения риска и последствий природных и техногенных катастроф, в том числе землетрясений, 11 – Теория и практика математической обработки результатов геодезических измерений и информационное обеспечение геодезических работ. Автоматизированные технологии создания цифровых трехмерных моделей технологических объектов, процессов и явлений по геодезическим данным паспорта специальности 25.00.32 – Геодезия, разработанного экспертным советом ВАК Минобрнауки России.

Диссертация Устинова Александра Валерьевича на тему «Разработка методики геодезического мониторинга гидротехнических сооружений в

процессе компенсационного нагнетания (на примере здания Загорской ГАЭС-2)» является законченной научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных исследований изложены новые научно-обоснованные технические и методические подходы, направленные на решение задачи по геодезическому мониторингу уникальных объектов инфраструктуры Российской Федерации при проведении восстановительных работ методом компенсационного нагнетания, имеющие исключительно важное теоретическое и практическое значение, как для научного сообщества, так и для реального сектора экономики, а именно энергетической отрасли страны.

Диссертация соответствует критериям п. 9 «Положение о присуждении ученых степеней» ВАК Минобрнауки РФ, утвержденного постановлением Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г., а ее автор – Устинов Александр Валерьевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.6.22. Геодезия.

Официальный оппонент,
канд. техн. наук

Сердаков Леонид Евгеньевич

Ученый секретарь
канд. физ.-мат. наук

Резниченко Алексей Викторович

«21» ноября 2022 г.



Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт ядерной физики им. Г. И. Будкера» Сибирского отделения Российской академии наук (ИЯФ СО РАН)

Старший научный сотрудник, сектор 1-31

630090 Новосибирск, проспект Академика Лаврентьева, д. 11,

Тел: +7 383 3307163

Факс: +7 383 3294760

<https://www.inp.nsk.su/>

Эл. почта: naufan@ngs.ru

Шифр и наименование специальности, по которой защищена кандидатская диссертация оппонента: 1.6.22. Геодезия