

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА ГУ 212.224.08
ПО ДИССЕРТАЦИИ
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА (ДОКТОРА) НАУК

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 26.05.2022 г. № 12

О присуждении **Хатум Хабиб Мазен, гражданину Ливанской Республики** ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Геодезический мониторинг деформаций приповерхностных сооружений метрополитена на основе автоматизированного и перманентного их контроля» по специальности 25.00.32 — Геодезия принята к защите 18.03.2022 года, протокол заседания № 5 диссертационным советом ГУ 212.224.08 федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» Минобрнауки России, 199106, Санкт-Петербург, линия 21-я В.О., дом 2, приказ ректора Горного университета о создании диссертационного совета от 08.11.2019 № 1518 адм, с изменениями от 09.12.2019 № 1684 адм, от 15.06.2020 № 736, от 19.10.2020 № 1422, от 25.02.2021 № 327 адм, от 06.04.2021 № 662 адм, от 23.12.2021 № 2513 адм, от 28.12.2021 № 2553 адм.

Соискатель, Хатум Хабиб Мазен, 27 июля 1991 года рождения, в 2015 году окончил магистратуру Ливанского Международного университета по специальности Инженерная геодезия. С 2018 года по 2021 год являлся аспирантом очной формы обучения кафедры инженерной геодезии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» Минобрнауки России. Диплом об окончании аспирантуры получен 06 июля 2021 года.

Диссертация выполнена на кафедре инженерной геодезии в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» Минобрнауки России.

Научный руководитель – доктор технических наук, доцент Мустафин Мурат Газизович, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет», кафедра инженерной геодезии, заведующий кафедрой.

Официальные оппоненты:

Кафтан Владимир Иванович, доктор технических наук, главный научный сотрудник лаборатории геодинамики, федеральное государственное бюджетное учреждение науки Геофизический центр Российской академии наук РАН;

Афонин Дмитрий Андреевич, кандидат технических наук, доцент, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I», кафедра «Инженерная геодезия», доцент;

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация — **Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский государственный университет геосистем и технологий (СГУГиТ)»**, г. Новосибирск, в своем положительном отзыве, подписанном Сальниковым Валерием Геннадьевичем, к.т.н., доцентом, заведующим кафедрой Инженерной геодезии и маркшейдерского дела, Авруневым Евгением Ильичом, к.т.н., доцентом, советником ректората по научной деятельности, профессором кафедры кадастра и территориального планирования, секретарем заседания, и утвержденным Карпиком Александром Петровичем, д.т.н., профессором, ректором, указала, что на основании теоретических исследований стало возможным проектировать схему размещения пунктов специальной геодезической сети, выполнять оценку точности определения координат этих пунктов и обработку результатов геодезических измерений с интерпретацией характера априори вычисленных деформаций.

Соискатель имеет 8 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 8 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 8 работ, в том числе в 3 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 системы цитирования Scopus и Web of Science. Получено 1 свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Общий объем – 4,75 печатных листов, в том числе 2,74 печатных листов - соискателя.

Публикации в изданиях из Перечня ВАК:

1. **Хатум, Х.М.** Оптимизация места расположения роботизированных станций наблюдений за деформациями зданий и сооружений / Х.М. Хатум, М.Г. Мустафин // Геодезия и картография. – 2020. – Т. 81. – № 9. – С. 2-13. DOI: 10.22389/0016-7126-2020-963-9-2-13. (МБДиСЦ Scopus, WoS) (ссылка в диссертации на страницах 48, 57- 65).

Соискателем проведен анализ экспериментальных данных для установления связи точности положения съёмочной точки с конфигурацией геодезической сети, используемой при решении обратной засечки. Кроме того, соискателем разработан автоматизированный алгоритм на основе метода наименьших квадратов для оптимизации места расположения роботизированных станций наблюдений за деформациями.

2. **Хатум Х.М.** Проектирование и оценка геодезических наблюдений за деформациями обнажений выемки при строительстве станции метрополитена / Х.М. Хатум, М.Г. Мустафин // Вестник СГУГиТ // Сибирский государственный университет геосистем и технологий. – 2020. – Т.25. – № 4. – С.45-57. (ссылка в диссертации на страницах 24, 26).

Соискателем разработаны математическая модель и алгоритм обнаружения смещения и деформации опорных точек, а также самой съёмочной точки. Кроме того, соискателем разработана методика, позволяющая выделять погрешность измерения от деформации путем сравнения измеренных, обработанных данных с радиусом круга с доверительной вероятностью 95%.

3. Мустафин М.Г. Некоторые особенности мониторинга деформационных процессов на горно-гидротехнических объектах / М.Г. Мустафин, Х.Д. Аль Фатин, Х.М. Хатум // Маркшейдерский вестник. – Москва. – 2020. – № 6 (139). – С.51-60. (ссылка в диссертации на страницах 29, 93, 94).

Соискателем рассчитаны вероятные горизонтальные смещения проектируемого котлована и зоны, наиболее подверженные смещениям. Соискателю также принадлежит алгоритм определения зоны влияния от грунтовой выемки для размещения опорных точек геодезической сети в устойчивых областях.

Публикации в изданиях, входящих в международную базу данных и систему цитирования Scopus Web of Science:

4. **Hatoum H. M.** Geodesic methods for modeling and protection of megalopolis objects / H.M. Hatoum, H.M. Choker, M.G. Mustafin, // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2019. – №.698. – pp. 1 – 7. DOI: 10.1088/1757-899X/698/4/044009. (Scopus) (ссылка в диссертации на страницах 29, 48).

Соискателем проведен анализ непрерывных данных измерений и их интерпретация. Соискатель разработал порядок наблюдений за деформациями роботизированным тахеометром, предусматривающий интервалы между циклами наблюдений, обеспечивающий квазинепрерывность наблюдений и их контроль.

5. Choker, H. M. The big structures modeling and archiving using terrestrial laser scanner and proposing a new geodetic method for future monitoring /

H.M. Choker, **H.M. Hatoum**, M.R. Abboud // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2019. – Т.698. – pp. 1 – 7. DOI: 10.1088/1757-899X/698/4/044017. (Scopus) (ссылка в диссертации на странице 29).

Соискателем проведено сравнение между непрерывным мониторингом деформации в реальном времени и мониторингом, основанным на определенных временных интервалах (циклах наблюдений).

6. Аль Фатин, Х.Д. Влияние атмосферных условий и геометрии сети на результаты геодезических наблюдений / Х.Д. Аль Фатин, **Х.М. Хатум**, Х.М. Шокер, О.А. Колесник // Известия ТулГУ. Науки о Земле // Тульский государственный университет – Москва. – 2021. – Вып.2 (469). – С.3-20. (WoS) (ссылка в диссертации на странице 45).

Соискателем подготовлена теоретическая часть исследований, показывающая необходимость учета атмосферных условий при геодезических измерениях. При этом использованы фактические данные и результаты исследований автора при геодезическом мониторинге котлована в городе Эр-Рияд (строительство метрополитена) в качестве практической реализации теоретического исследования.

Публикации в прочих изданиях:

7. Мустафин, М.Г. Мониторинг деформаций сооружений метрополитена в режиме реального времени / М.Г. Мустафин, **Х.М. Хатум** // Сборник статей научно-информационного центра «Знание» по материалам II Международной научно-практической конференции. Под ред. А.М. Олейника, М.А.Подковыровой. «Актуальные проблемы геодезии, кадастра, рационального земле- и природопользования» – Тюменский индустриальный университет (Тюмень) – 2019. – С.47-54. (ссылка в диссертации на странице 24).

Соискателем проведено описание и освещение возможностей разработанных методов автоматического непрерывного мониторинга с использованием стационарных станций в городе Эр-Рияд, Саудовская Аравия.

8. **Хатум, Х.М.** Современные геодезические технологии измерений при создании моделей объектов и контроле деформационных процессов / Х.М. Хатум, Х.М. Шокер, М.Г. Мустафин, М.Р. Аббуд // Естественные и технические науки. - Москва. – 2019. – №4 (130). – С.126-129. (ссылка в диссертации на страницах 24, 29).

Соискателем разработана методика геодезического мониторинга, основанная на автоматических тахеометрических измерениях для контроля деформации с возможностью их непрерывности и в реальном времени.

Свидетельство:

Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2021613311 Российской Федерации. Программа «КОТЛОВАН» для расчета напряженно-деформированного состояния плотины / **Х.М. Хатум**, М.Г. Мустафин. Оpubл. 05.03.2021. заявка № 2021612430; заявл. 02.03.2021; заявитель – федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет». (ссылка в диссертации на странице 93).

Соискателем написан программный код, протестирована и отлажена программа.

Апробация работы проведена на научно - практических мероприятиях с докладами: II Международная научно-практическая конференция «Актуальные проблемы геодезии, кадастра, рационального земле- и природопользования» (г. Тюмень, ТГУ ТИУ, 2018 г.); Международный форум «Геострой-2019: Цифровые технологии в архитектуре, территориальном планировании, управлении убранизированными территориями, рисками и чрезвычайными ситуациями, технологии информационного моделирования» (г. Новосибирск, 2019 г.); Международная научно-техническая конференция «Строительство и архитектура: теория и практика развития отрасли» (г. Кисловодск, 2019 г.); Международная научно-практическая конференция «Современные проблемы инженерной геодезии» (г. Санкт-Петербург, ПГУПС, 2019

г.); Международная конференция по инженерным исследованиям и приложениям «Structure Deformation Monitoring» (г. Бейрут, Ливан, 2019 г.).

В диссертации Хатум Хабиб Мазен отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы от: к.т.н., доцента кафедры геодезии и геоинформационных систем «Полоцкого государственного университета», **И.П. Шевелева** и к.т.н., старшего преподавателя той же кафедры **К.И. Марковича**; д.т.н., профессора, заведующего кафедрой геодезии и геоинформатики, ФГБОУ ВО «Государственный университет по землеустройству», **В.Н. Баранова**; к.т.н., доцента, заведующего кафедрой инженерной геодезии Ливанского международного университета **Аббуд Мохамад**; к.т.н., доцента кафедры инженерной геодезии Ливанского международного университета **Юнес Жад Ахмад**; д.т.н., доцента, доцента кафедры инженерных изысканий и геоэкологии ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» **В.В. Симоняна**; д.т.н., профессора, профессора кафедры геодезии и дистанционного зондирования ФГБОУ ВО «Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина» **Ю.В. Столбова**.

В отзывах изложены положительные заключения о проведенных автором исследованиях, отмечена актуальность выбранной темы, высокая степень проработки вопроса и профессиональный подход к решению поставленных задач, однако имеются замечания и вопросы:

1. *В тексте автореферата отсутствуют ссылки на рисунки 4,9. Отсутствует рисунок 6 и присутствуют два рисунка с номером 5.* (**к.т.н. И.П. Шевелев и к.т.н. К.И. Маркович**).

2. *Автору стоило бы более детально описать сущность разработанного им автоматизированного алгоритма моделирования геодезической схемы, реализующей способ обратной линейно-угловой засечки*

с произвольным количеством исходных точек. (к.т.н. **И.П. Шевелев** и к.т.н. **К.И. Маркович**).

3. Из текста автореферата не совсем ясно: каким именно образом разработанная автором программа «Котлован» выполняет разбиение исследуемой области на конечные элементы. Учитывает ли программа влияние конфигурации конечного элемента на точность определения деформации? (к.т.н. **И.П. Шевелев** и к.т.н. **К.И. Маркович**).

4. Каким именно образом автор получил указанную им точность измерения расстояний до деформационных марок электронным тахеометром равную $\pm 0,6$ мм? (к.т.н. **И.П. Шевелев** и к.т.н. **К.И. Маркович**).

5. Довольно рассмотрен и исследован метод планиметрического (2D) мониторинга деформации. В свою очередь, также интересно было бы увидеть исследование проблемы вертикальной деформации. (д.т.н. **В.Н. Баранов**).

6. В тексте автореферата отсутствуют ссылки на рисунки 4. (д.т.н. **В.Н. Баранов**).

7. В автореферате, стр. 16, речь идет о расчете и определении параметров эллипса и радиуса доверительного круга, однако формулы отсутствуют. Было бы намного лучше, если бы они присутствовали в автореферате, хотя и представлены в диссертации. (к.т.н. **Аббуд Мохамад**).

8. Нет ссылки на рис. 4 (д.т.н. **В.В. Симонян**).

9. Есть два разных рисунка 5. На одном из них показаны распределения горизонтальных смещений в грунтовом массиве в мм. В основном эти смещения варьируют в пределах сотых долей мм и только в средней части выемки достигают 0,2 мм. Каким образом это «соизмеримо с точностью измерений», если на стр. 16 написано, что СКП измерений расстояний 0,6 мм? (д.т.н. **В.В. Симонян**).

10. Как работает программа «Котлован»? Чем она отличается от программы Plaxis? (д.т.н. В.В. Симонян).

11. В чем суть алгоритма моделирования геодезической схемы? (д.т.н. В.В. Симоняна).

12. стр. 15: в каком СП даны нормативные значения предельных ошибок измерений? (д.т.н. В.В. Симонян).

13. стр. 15: нет рис 6, на котором должна быть показана схема способа измерений! (д.т.н. В.В. Симонян).

14. стр. 17: нет рис. 9, на котором должна быть представлена диаграмма зависимости точности определения координат. (д.т.н. В.В. Симонян).

15. не понятно, каким образом определяется (вычисляется) частота наблюдений. (д.т.н. В.В. Симонян).

16. приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 28 июля 2020 г. N 409-ст межгосударственный стандарт ГОСТ 24846-2019 введен в действие в качестве национального стандарта Российской Федерации с 1 января 2021 г. взамен ГОСТ 24846-2012. (д.т.н. В.В. Симонян).

17. В автореферате отсутствуют показатели с какой доверительной вероятностью выполнялись геодезические измерения при мониторинге деформаций сооружений. (д.т.н. Ю.В. Столбов).

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается компетентностью оппонентов в соответствующей отрасли науки и наличием у них публикаций в сфере исследования, а также широкой известностью ведущей организации своими достижениями по соответствующей теме исследования отрасли наук и способностью определить научную и практическую значимость диссертационной работы.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана новая экспериментальная методика геодезического мониторинга деформаций котлованов под инженерные сооружения, позволившая повысить точность оценки деформационного процесса;

предложен нетрадиционный подход, состоящий в проектировании деформационной сети с использованием данных предварительной геомеханической оценки деформаций в окрестности котлована;

доказаны зависимости точности положения пунктов деформационной сети от ее конфигурации и средней квадратической погрешности измерений;

введен новый термин «остаточная матрица» для определения смещений точек деформационной сети;

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказаны положения, вносящие вклад в расширение представлений о принципах повышения точности оценки деформационного процесса в окрестности грунтовой выработки.

Применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов)

использован комплекс существующих базовых методов исследования, в т.ч. численных методов (МНК, МКЭ);

изложены этапы геодезического мониторинга с применением роботизированных тахеометров;

раскрыты особенности перманентных наблюдений, заключающиеся в более строгом выборе места положения тахеометрических станций;

изучены факторы, влияющие на деформационный процесс, и методика геодезических наблюдений, их учитывающая;

проведена модернизация методики геодезических наблюдений с применением технологии перманентного контроля деформационного процесса инженерных сооружений и предварительной оценки деформированного состояния грунтовой выработки, обеспечивших получение новых результатов;

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

разработан: программный комплекс «Котлован» для предварительной оценки деформированного состояния грунтового массива, вмещающего грунтовую выемку (получено свидетельство о госрегистрации) ;

определены пределы и перспективы практического использования разработанной методики геодезического мониторинга грунтовых выработок;

создана схема геодезического мониторинга сооружений типа грунтовых выработок;

представлены теоретические и практические рекомендации по организации геодезического мониторинга приповерхностных инженерных сооружений.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ результаты получены с использованием сертифицированных геодезических приборов, методики обработки результатов измерений включали широко известные и апробированные способы и методы, алгоритмы которых реализованы в популярных программных продуктах, выводы согласуются с результатами альтернативными исследованиями;

теория построена на известных закономерностях, проверяемых данных, фактах и изученных исследованиях, согласуется с опубликованными экспериментальными и теоретическими данными по теме диссертации;

идея базируется на сочетании модельных геотехнических расчетов, теоретических и натурных исследований по оценке точности измерений;

использованы результаты отечественного и зарубежного опыта, их обобщение применительно к созданию мониторинга деформации;

установлено качественное и во многом количественное совпадение авторских результатов с результатами, представленными в независимых источниках по данной тематике;

использованы современные электронные тахеометры (Leica Nova TM50 Monitoring Station), в том числе роботизированные, обработка многочисленных результатов измерений проводилась на наукоемких популярных компьютерных программных продуктах (Leica Geo Office, MAGNET Field, MAGNET Tools, Mathcad, Excel и др.)

Личный вклад соискателя состоит: в формулировании задач исследований, в проведении полевых и камеральных работ по построению геодезической сети в городе Эр-Рияд (Саудовская Аравия); в самостоятельном проведении геодезических измерений на всех этапах геодезического мониторинга, анализе и обработке полученных результатов и подготовке итогового отчета для компании «BACS»; в обобщении результатов исследований, разработке программных модулей по оптимизации места расположения тахеометрической станции и в разработке программного комплекса по моделированию деформированного состояния котлована.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания:

1. Почему m_x (средняя квадратическая погрешность) не зависит от значений вертикального угла, а m_y уменьшается с увеличением вертикально угла? (**проф., д.т.н. М.Я. Брынь**)

2. Почему при использовании электронного тахеометра, который измеряет расстояния, вы рассматриваете только обратную засечку. (**проф., д.т.н. А.А. Шоломицкий**)

3. По поводу критериев. Вы сказали, что если зелёная область, это значит деформация. А если это грубая ошибка? (**проф., д.т.н. В.Н. Гусев**)

Соискатель Хатум Хабиб Мазен ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы, в том числе на критические замечания и привел собственную аргументацию.

На заседании 26 мая 2022 года диссертационный совет принял решение присудить **Хатум Хабиб Мазен** ученую степень кандидата технических наук

за решение важной научно-практической задачи, состоящей в разработке методики перманентных, автоматизированных геодезических наблюдений грунтовых выемок, в которой дано обоснование местоположения тахеометрических станций и деформационных марок, позволяющей повышение точности оценки деформационного процесса.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 13 человек, из них 4 доктора наук по научной специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 19 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 13, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Заместитель председателя
диссертационного совета



Ученый секретарь
диссертационного совета

Ковязин
Василий Фёдорович

Кузин
Антон Александрович

26.05.2022 г.