

## ОТЗЫВ

официального оппонента, кандидат технических наук

Никитчина Андрея Андреевича на диссертацию

Шокер Хуссейн Мухаммад на тему:

«Геодезическое обеспечение обмерной фиксации объектов культурного наследия на основе применения лазерно-сканирующей съемки»,  
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.32 - Геодезия

### 1. Актуальность избранной темы.

Фиксация геометрических параметров объектов культурного наследия является чрезвычайно важным делом, направленным на изучение внешнего облика и его изменения с течением времени и в конечном итоге на их сохранение, так как отслеживается состояние и принимаются соответствующие меры. В настоящее время появилась возможность фиксировать памятники с помощью цифровой фото- и лазерной съемки. Безусловно, эти технологии существенным образом отличаются от точечных измерений (тахеометрические и ленточные измерения). Для инженерного применения наземного лазерного сканирования необходимо создание научного обоснования технологических параметров съемки. Эти параметры в разрозненном виде описываются в литературных источниках. Вместе с тем обобщение исследований и разработка технологии наземного лазерного сканирования применительно к фиксации памятников культурного наследия пока не создано. Требуется своего решения вопросы проектирования съемочной сети, включающие ее конфигурацию и точность исходных пунктов, обеспечивающие заданные погрешности съемки объекта. Кроме того, важным моментом представляется автоматизация этого процесса с установлением сектора съемки, позволяющего планировать съемочные станции и с требуемой точностью строить модель объекта. В этой связи настоящая диссертация, направленная на разработку как технологических параметров лазерно-сканирующей съемки и ее автоматизации представляется актуальной задачей.

### 2. Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций.

Автором предлагается модельный подход к проектированию съемочной сети при применении наземной лазерно-сканирующей съемки для фиксации памятников культурного наследия. Сначала выполнено с использованием среды Автокад моделирование конфигурации геодезической сети. При этом использовались паспортные точности прибора (СКО).

ОТЗЫВ

ВХ. № 9-131 от 12.05.22  
АУ УС

Используя алгоритм метода наименьших квадратов, были выполнены расчеты и определены средние апостериорные средняя квадратическая погрешность положения съемочных точек при различном их количестве и конфигурации сети. Разработана также методика оценки точности положения точек лазерных отражений, основанную на использовании контрольных точек, созданных тахеометрическим способом и уравненных по методу наименьших квадратов. Далее автором проведены натурные измерения, обработка которых позволила с одной стороны показать соответствие расчетных и измеренных величин, а с другой выделить диапазон углов сканирования, обеспечивающий требуемую точность. Таким образом первое положение: при применении лазерно-сканирующей съемки для фиксации памятников культурного наследия целесообразно построение съемочной сети выполнять на основе предварительного моделирования ее конфигурации и точности, а также использования контрольных точек, размещаемых непосредственно на изучаемом объекте и определяемых по тахеометрическим измерениям, можно считать полностью доказанным.

Автором разработана методика, позволяющая проектирование съемочной сети на основе разработанного единичного сектора охвата лазерного сканера (диапазоны углов определены в положении). Сначала моделируется места установки сканера. Процесс оптимизации автоматизирован. Визуализация процесса выполняется в среде Автокад. Определение наилучших мест расположения станций проводится с учетом реальной ситуации и корректируется при невозможности ее размещения в моделируемом месте. В заключительном шаге выполняется оптимизация числа станций сканирования. Программа протестирована на трех теоретических примерах с различной геометрией объектов. Далее автор применил этот подход к одному из древнейших храмов в мире "Храму Юпитера", что является частью комплекса Баальбек (Ливан). Наземное лазерное сканирование выполнено сканером "Leica P30". При этом были обеспечены требования Национального стандарта Российской Федерации (ГОСТ Р 56905-2016) для фиксации памятников культурного наследия. Таким образом обосновано и второе положение диссертации: проектирование мест расположения съемочных точек и оптимального их количества при наземном лазерном сканировании эффективно выполнять с использованием разработанных параметров единичного сектора охвата сканирования, учитывающих угловую и линейную точность измерений.

Выводы и рекомендации, предложенные автором, базируются на выдвинутых положениях и в этой связи вполне приемлемы и практичны.

**3. Достоверность исследований** подтверждается большим объемом фактических измерений на объекте мирового культурного наследия (замок Баальбек), обоснованностью теоретических расчетов по обоснованию использования наземной лазерной съемки, удовлетворительной сходимостью полученных результатов с данными других авторов, независимо исследующих вопросы данной тематики.

**4. Научная новизна работы состоит в следующем:**

- Приведены зависимости точности построения модели объекта культурного наследия лазерно-сканирующей съемкой от количества съемочных станций, линейно-угловых параметров съемки и среднеквадратической точности измерений сканера.
- Построена трехмерная модель фрагмента объекта мирового культурного наследия замка Баальбек с точностью, соответствующей нормативной для обмерных чертежей планов, разрезов и фасадов.
- Обосновано геодезическое проектирование лазерно-сканирующей съемочной сети для объекта культурного наследия замка Баальбек.

**5. Апробация работы.** Результаты исследований и основные положения диссертации докладывались на международных и всероссийских конференциях, в том числе: на международном форуме «Геострой-2019» (Новосибирск, март 2019г.); на международной научно-технической конференции «САТРИД-2019» (Кисловодск, октябрь 2019г.); на международной научно-практической конференции “Современные проблемы инженерной геодезии” (Петербургский государственный университет путей сообщения, ноябрь 2019г.).

**6. Теоретическая и практическая значимость исследований** состоит в разработке численных показателей технологии лазерного сканирования, обеспечивающих ее точность и информативность для подготовки документов по сохранению текущего состояния памятников культурного наследия. Дополнена методика обмера памятников культурного наследия, обеспечивающая установленные нормы их фиксации.

**7. Научные результаты, их ценность.**

К главным научным результатам работы следует отнести: разработку специализированной технологии наземного лазерного сканирования для фиксации памятников культурного наследия, включающую полный набор операций, необходимых для использования инженерно-техническими работниками.

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 системы цитирования Scopus и Web of Science. Получено 1 свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

**8. Оценка содержания и оформления работы.** Структура и содержание диссертационной работы полностью соответствуют поставленной цели и сформулированным научно-техническим задачам. Общий объем диссертации составляет 130 страницы. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения и списка литературы, включающего 126 наименования. Работа содержит 79 рисунков, 13 таблицы.

Оформление работы отвечает нормативным требованиям.

**Замечания.**

1. Автором проведено довольно глубокое исследование всех стадий организации наземной лазерно-сканирующей съемки. Вместе с тем в работе предлагается использование контрольных точек на самом объекте съемки для оценки точности положения точек лазерных отражений. При этом съемку предлагается вести с закрепленных точек. Не лучше ли было использовать свободные станции?
2. В диссертации отсутствуют примеры сравнения традиционных подходов к фиксации памятников культурного наследия и предлагаемой технологии
3. Автоматизация процесса проектирования наземной лазерно-сканирующей съемки дело весьма эффективное, однако следовало бы подробнее описать программный комплекс, язык программирования, его код и интерфейс, а также интервалы вводимых данных.

Сделанные замечания носят дискуссионный характер.

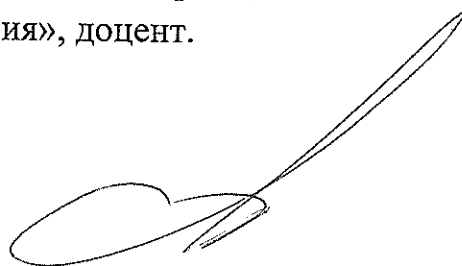
**Заключение.**

Диссертационная работа на тему: «Геодезическое обеспечение обмерной фиксации объектов культурного наследия на основе применения лазерно-сканирующей съемки» выполнена на высоком научном уровне и представляет собой самостоятельное завершённое исследование, имеющее большое практическое значение. Диссертация представлена 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 – Шокер Хуссейн

Мухаммад – заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.32 - Геодезия.

**Официальный оппонент:**

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



Никитчин  
Андрей Андреевич

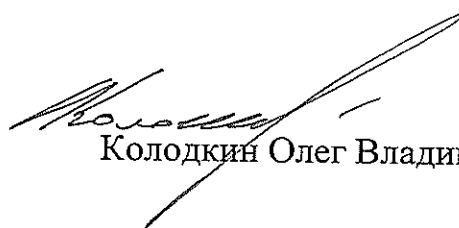
Тел: (812) 457-85-38  
e-mail: dou@pgups.ru.

06.05.2022

**Официальный адрес организации:**

190031, г. Санкт-Петербург Северо-Западный федеральный округ,  
Московский пр., д. 9, Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования «Петербургский  
государственный университет путей сообщения Императора Александра I»

Ученый секретарь совета Университета  
кандидат технических наук, доцент



Колодкин Олег Владимирович