

ОТЗЫВ

**официального оппонента доктора технических наук, доцента
Щербакова Владимира Васильевича на диссертацию Шарафутдиновой
Анжелики Алексеевны «Разработка методики наземного лазерного
сканирования промышленных объектов для создания цифровых
информационных моделей», представленную на соискание ученой степени
кандидата технических наук по специальности 1.6.22. Геодезия**

1. Актуальность темы диссертации

В настоящее время геодезические технологии благодаря новым техническим возможностям вычислительной и измерительной техники получили широкое развитие, включая мобильное и наземное лазерное сканирование промышленных объектов. Обследование сложных технологических промышленных объектов выполняется с использованием наземного лазерного сканирования. Метод имеет очевидные преимущества, связанные с высокой детализацией обследований и создания 3D-моделей, кроме того, съемка бесконтактным способом позволяет решать самые сложные задачи и создавать на их основе информационные модели объекта. Методика измерений инженерных объектов разработана и на практике применяется, при этом нормативно-техническая база по проектно-изыскательским работам и инженерно-геодезическому обеспечению при обследовании сложных инженерных объектов не регламентирует применение наземного лазерного сканирования. Специфические особенности измерений сложных промышленных объектов не учтены, особенно требования к измерениям для обеспечения требуемой точности, поэтому необходимо учесть специфику и разработать соответствующую методику геодезического обеспечения сложных инженерных сооружений. Тема исследований, поставленные цели и задачи являются актуальными.

2. Научная новизна диссертации

– обосновано проектирование съемочной сети для сложных инженерных объектов обеспечивающая требуемую точность измерений наземным лазерным сканером, в основе которой лежит двухуровневая взаимосвязанная сеть, опирающаяся на пункты исходной опорной геодезической сети;

– разработаны требования к точности выполнения наземного лазерного сканирования с обоснованием их применения в течении всего жизненного цикла промышленного объекта на основе цифровой информационной модели;

– предложена методика внутреннего и внешнего ориентирования, обеспечивающая высокую эффективность при обработке данных наземного лазерного сканирования;

– предложены методика и программное обеспечение для автоматизированного проектирования геодезических опорных сетей для выполнения наземного лазерного сканирования на промышленных объектах.

3. Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций

В диссертационной работе приведено теоретическое обоснование разработки требований к точности наземного лазерного сканирования и создания цифровой информационной модели. Одним из достижений автора является обоснование новых решений, необходимых в развитии теории геодезического обеспечения, включая создание сканерной сети по границам технологических блоков и разработку методики взаимного ориентирования точечных моделей и внешнего ориентирования аналитическим способом с использованием специальных марок. Обоснованным является наличие двухуровневой системы проектирования геодезических сетей, включая предварительный расчет на основе традиционных подходов и расчет точности положения пунктов сканерной сети, координаты которых определяются от пунктов опорной сети в ходе лазерного сканирования. На основе исследований и предложенной автором методики разработана автоматизированная программа, позволяющая выполнять проектирование геодезических сетей.

Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций подтверждается апробацией результатов исследования на 8-и международных и всероссийских конференциях. Имеется акт о внедрении результатов в проектную деятельность (ООО «Промышленная геодезия», акт о внедрении от 03.06.2022 г.)

4. Научные результаты, их ценность

К числу результатов, полученных соискателем, обладающих научной и практической ценностями, можно отнести разработанную методику проектирования и построения геодезических сетей для выполнения наземного лазерного сканирования промышленных объектов.

Результаты диссертационного исследования в достаточной степени освещены в 14 печатных работах, в том числе в 4 статьях – в изданиях из перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертации на соискание

ученой степени кандидата наук, (далее – Перечень ВАК); в 2 статьях – в изданиях, входящих в международную базу данных и систему цитирования *Scopus*. Получено 1 свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

5. Теоретическая и практическая значимость результатов диссертации

Теоретическая и практическая значимость результатов диссертации диссертационной работы заключается в научно-обоснованном развитии геодезического обеспечения лазерного сканирования сложных промышленных объектов, теоретических основ развития методики НЛС, позволяющих учитывать особенности промышленного объекта. Практическая значимость работы состоит в том, что разработанная методика НЛС для создания ЦИМ была реализована на реальных промышленных объектах в соответствии с основными положениями теоретических исследований и в дальнейшем, как показал опыт, может применяться для решения аналогичных практических задач.

6. Рекомендации по использованию результатов работы

Результаты исследований являются законченными, основаны на использовании теоретической базы и имеют практическое значение. Практическое применение исследований основано на их реализации в виде методики и программного продукта. Применение программного продукта обоснованно на основных видах топографических и геодезических работ, выполняемых с использованием наземного лазерного сканирования и особенно сложных промышленных объектов. Учитывая полученный соискателем практический опыт наиболее эффективно методику и программный продукт применять при создании цифровых проектов для строительной техники, исполнительных съемках промышленных объектов, наблюдением за деформациями, обмерных работах особенно сложных технологических линий.

7. Замечания и вопросы по работе

1. В диссертации и автореферате (стр.11) в специальном расчете при переходе от нормативных допусков к СКО при расчете предельных значений СКО необходимо обоснование, на основании каких принципов устанавливается зависимость предельных значений от величины допуска.

2. При расчете СКО (стр. 11 автореферата) применение принципа равных или ничтожных влияний в зависимости от СКО измерений и

трехмерного моделирования не однозначно, почему в одном случае погрешности измерений и моделирования равны, в другом случае ничтожны, видимо есть и другие варианты или данные соотношения задаются, исходя из каких-то критериев.

3. Взаимное ориентирование выполняется в несколько этапов с использованием различных известных алгоритмов, приведен анализ их применения, отмечены положительные свойства, например коррекция данных при уравнивании, при сравнении с традиционными (классическими) алгоритмами (стр.17 автореферата) результаты предлагаемой и традиционной методик соответствуют, если результаты соответствуют тогда какие преимущества по отношению к традиционным методам.

8. Заключение по диссертации

Диссертация «Разработка методики наземного лазерного сканирования промышленных объектов для создания цифровых информационных моделей», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.6.22. Геодезия полностью отвечает 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 **Шарафутдинова Анжелика Алексеевна** заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.6.22. Геодезия.

Официальный оппонент
доктор технических наук, доцент,
заведующий кафедрой «Инженерная
геодезия» ФГБОУ ВО «Сибирский
государственный университет путей
сообщения»

Щербаков Владимир
Васильевич

«29» 05.2023

Подпись Щербакова В.В. заверяю.

Начальник отдела делопроизводства
ФГБОУ ВО «Сибирский
государственный университет путей
сообщения»



Третьякова Ольга
Анатольевна

«29» 05.2023

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский государственный университет путей сообщения»,
заведующий кафедрой «Инженерная геодезия»,*

Адрес: 630049, г. Новосибирск, ул. Д. Ковальчук, 191

Официальный сайт в сети Интернет: <http://www.stu.ru>

E-mail: vvs@stu.ru

Телефон: +7 (383) 3280400

Шифр и наименование специальности, по которой защищена диссертация оппонента

1.6.22. Геодезия