

**ПРИМЕНЕНИЕ ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ ПРИ
ГЕОТЕХНИЧЕСКОМ МОНИТОРИНГЕ
APPLICATION OF LASER SCANNING IN GEOTECHNICAL
MONITORING**

Панкратов Богдан Алексеевич

студент,

Башкирский государственный аграрный университет,
Россия, г. Уфа

Pankratov Bogdan Alekseevich

student,

Bashkir State Agrarian University,
Russia, Ufa

Ямщикова Светлана Сабировна

студент,

Башкирский государственный аграрный университет,
Россия, г. Уфа

Yamshchikova Svetlana Sabirovna

student,

Bashkir State Agrarian University,
Russia, Ufa

Алексеева Алевтина Михайловна

студент,

Башкирский государственный аграрный университет,
Россия, г. Уфа

Alekseeva Alevtina Mikhailovna

student,

Bashkir State Agrarian University,
Russia, Ufa

АННОТАЦИЯ

Геотехнический мониторинг одна из важных составляющих факторов в строительной отрасли, строительная сфера будучи одной из самых энергозатратных и ресурсномыслищих и играет важную роль в воздействии на окружающую среду. Поэтому соблюдение всех экологических норм в строительстве становится необходимостью.

ABSTRACT

Geotechnical monitoring is a key component in the construction industry. Construction, being one of the most energy-intensive and resource-intensive sectors, plays a significant role in environmental impact. Therefore, compliance with all environmental standards in construction is becoming essential.

Ключевые слова: Лазерный сканер, лидар, деформация, геотехнический мониторинг.

Keywords: Laser scanner, lidar, deformation, geotechnical monitoring.

Геотехнический мониторинг представляет собой комплекс мероприятий по наблюдению и оценке состояния природных и техногенных сооружений с целью предотвращения аварийных ситуаций и обеспечения их долговечности. В современных условиях требования к точности и оперативности получения данных о деформациях грунтовых массивов и строительных конструкций постоянно растут. Это связано с увеличением масштабов инженерных проектов, развитием городских территорий и необходимостью своевременного выявления признаков нестабильности.

Лазерное сканирование как метод трёхмерного измерения значительно расширяет возможности геотехнического мониторинга, позволяя получать пространственные данные с высокой плотностью и точностью. Технология основана на регистрации отражённого лазерного импульса и вычислении расстояний до объектов в реальном времени, что обеспечивает быстрое формирование облаков точек, отражающих поверхность исследуемого участка. Это делает лазерное сканирование незаменимым инструментом при контроле деформаций, осадок, сдвигов и других изменений в геотехнических условиях.

Для того чтобы получить трёхмерные координаты каждой точки, лазерный луч направляют и перемещают по исследуемой области. В современных системах это достигается благодаря вращению сканирующего механизма, включающего ось и систему подвижных зеркал. Вращение лазера вокруг вертикальной оси позволяет охватывать круговое пространство вокруг прибора, а дополнительные механизмы изменения угла отражения луча обеспечивают охват вертикальной плоскости.

Такие базовые принципы определяют точность и детализацию последующего сбора данных.

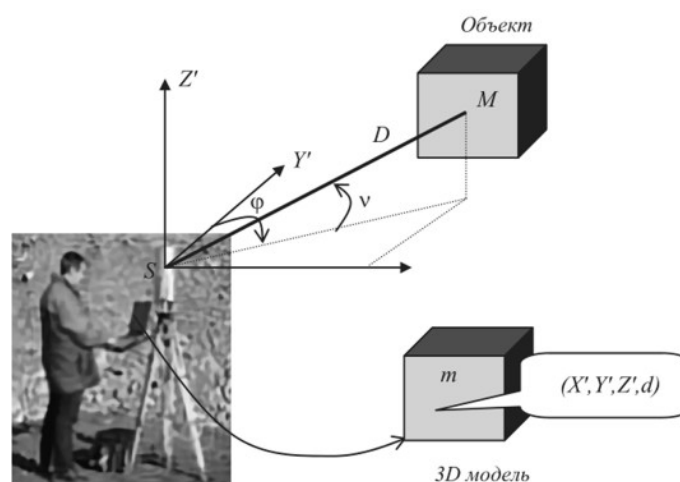


Рисунок 1 — Схема принципа работы трёхмерного лазерного сканирования с пространственным позиционированием и вращением лазерного луча

Для обеспечения высокой точности измерений применяется специализированное оборудование, специально разработанное для трёхмерного лазерного сканирования в условиях геотехнического мониторинга. Основными характеристиками таких приборов являются шаг сканирования, точность определения расстояния, скорость съёмки и функциональные возможности.

Современное оборудование оснащено встроенными системами компенсации наклонов и вибраций, что повышает надёжность и точность данных. Использование оптических и электроника компонент последнего поколения снижает уровень шума в сигнале и увеличивает диапазон

допустимых условий съёмки при пасмурной погоде или частичной видимости.

Обработка данных с таких сканеров предусматривает использование специализированного программного обеспечения, способного работать с огромным объёмом информации, находить и корректировать ошибки съёмки, а также выводить результаты в удобных для анализа форматах.

Эти параметры обеспечивают высокое качество данных для последующего анализа.



Рисунок 2 — Современное оборудование для лазерного сканирования с техническими параметрами и интерфейсом управления

Наиболее распространённые платформы, используемые в геотехническом анализе, включают Cyclone, CloudCompare, Geomagic Control и специализированные модули в GOCAD и Bentley Systems. Эти программы обеспечивают полный цикл обработки — от первичной фильтрации до создания отчётов и экспортирования результатов в форматы, совместимые с геоинформационными системами и инженерными расчетами.

Важной задачей является автоматизация процесса обновления моделей при повторных измерениях, что достигается созданием баз данных и использованием облачного хранения. Это обеспечивает неизменность истории

изменений и позволяет проводить сравнительный анализ с минимальными временными затратами.

Такая обработка позволяет выявлять критические изменения в инфраструктуре.

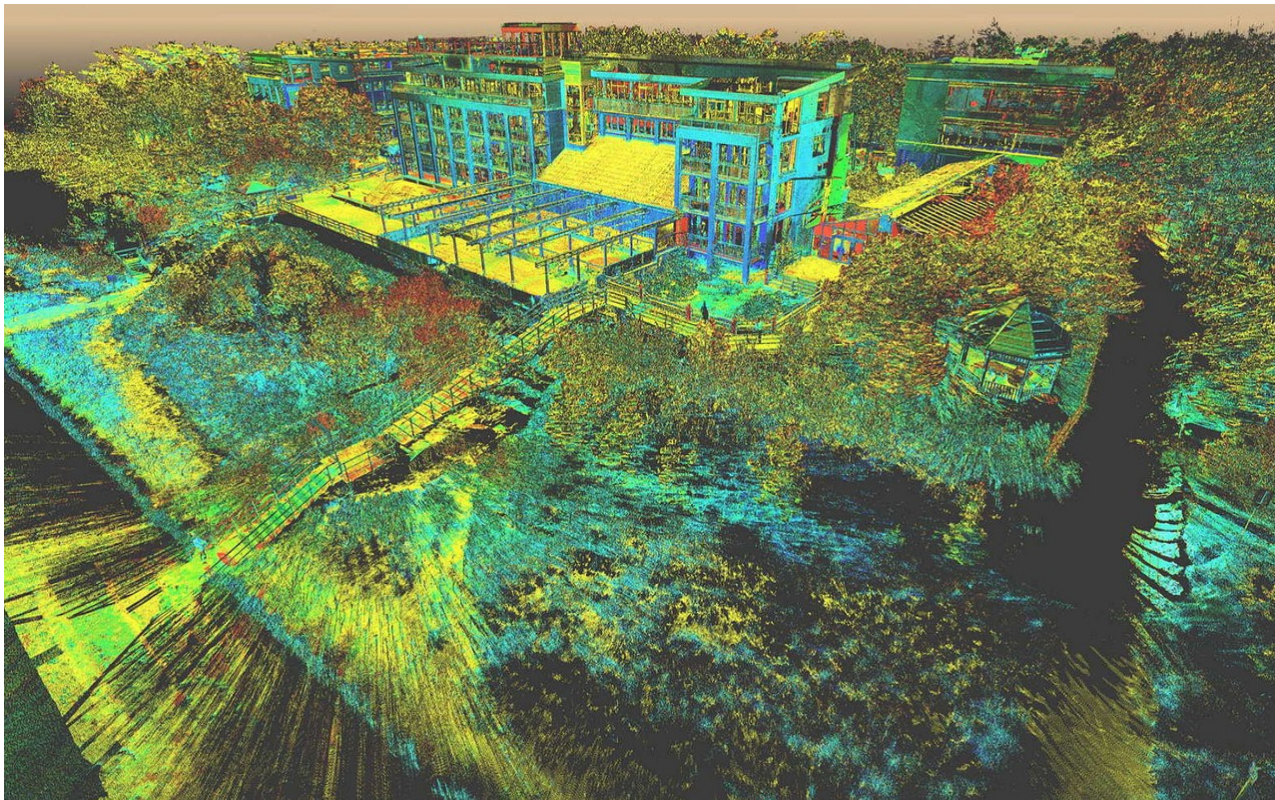


Рисунок 3 — Примеры оборудования и результатов трёхмерного лазерного сканирования в геотехнике для анализа состояния инженерных сооружений

Перспективы развития лазерного сканирования связаны с внедрением искусственного интеллекта и машинного обучения, что облегчит автоматизацию анализа и повысит оперативность определения опасных изменений. Новые типы датчиков и гибридные системы дистанционного зондирования расширят функциональные возможности, а облачные решения улучшат обмен и обработку данных в распределённых командах. Эти направления позволят сделать геотехнический мониторинг более масштабируемым и эффективным.

Таким образом, технология трёхмерного лазерного сканирования представляет собой мощный инструмент для современного геотехнического мониторинга, обеспечивая точность, скорость и комплексность анализа.

Реализация интегрированного подхода и дальнейшее технологическое развитие позволят повысить безопасность и устойчивость инженерных сооружений, а также значительно оптимизировать процессы технического наблюдения и принятия решений в области геотехники.

Список литературы:

1. Иванов В.П., Петров А.С. Лазерное сканирование в геотехническом мониторинге // Геотехнический журнал. – 2018. – № 3. – С. 25–33.

2. Сидоров М.Н. Использование 3D-лидара для оценки деформаций грунта // Строительная механика. – 2019. – Т. 54, № 2. – С. 45–51.

3. Кузнецова Е.А. Современные методы мониторинга оползневых процессов с применением лазерного сканирования // Геология и экология. – 2020. – № 6. – С. 12–19.