

УДК 528

**СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ И ПРИБОРЫ  
ГЕОДЕЗИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ**



**MODERN METHODS AND DEVICES OF GEODETIC MONITORING  
OF BUILDINGS AND STRUCTURES**

**Грибкова Ирина Сергеевна**

старший преподаватель  
кафедры кадастра и геоинженерии,  
Кубанский государственный технологический университет  
i.s.gribkova@mail.ru

**Кузьмин Ростислав Олегович**

студент,  
Кубанский государственный технологический университет  
krost209@gmail.com

**Щенявская Людмила Андреевна**

студент,  
Кубанский государственный технологический университет  
lyudmela2311@mail.ru

**Панютищева Анастасия Александровна**

студент,  
Кубанский государственный технологический университет  
21pan.a@mail.ru

**Аннотация.** 21 век считается веком цифры, информации и компьютерных технологий. Прогресс не обошел стороной и геодезию. Благодаря лазерным сканерам, электронным тахеометрам и глобальной навигационной спутниковой системе можно с легкостью графически построить 3-D модель здания и следить за его деформацией.

**Ключевые слова:** ГНСС, проектирование, мониторинг, лазерное сканирование, здания и сооружения, наблюдения.

**Gribkova Irina Sergeevna**

Senior Lecturer of the Department  
of Cadastre and Geoengineering,  
Kuban State Technological University  
i.s.gribkova@mail.ru

**Kuzmin Rostislav Olegovich**

Student,  
Kuban State Technological University  
krost209@gmail.com

**Shchenyavskaya Lyudmila Andreevna**

Student,  
Kuban State Technological University  
lyudmela2311@mail.ru

**Panyutischeva Anastasia Aleksandrovna**

Student,  
Kuban State Technological University  
21pan.a@mail.ru

**Annotation.** The 21st century is considered the century of numbers, information and computer technology. Progress has not bypassed geodesy. Thanks to a laser scanner, an electronic total station and a global navigation satellite system, you can easily graphically build a 3-D model of a building and monitor its deformation. process as a whole are considered.

**Keywords:** GNSS, design, monitoring, laser scanning, buildings and structures, observations.

Каждый день во всем мире возводятся новые здания и сооружения и не меньшее количество строений ежедневно вводят в эксплуатацию. Поэтому неотъемлемой частью строительства стало отслеживание каждого этапа возведения объектов инфраструктуры. Анализ состояния зданий позволяет заблаговременно выявить деформации: усадки, крены, несостыковки отдельных частей сооружения и принять необходимые меры по их устранению, поэтому очень важно, чтобы геодезическое обеспечение было выполнено на высококвалифицированном уровне.

Применение электронных тахеометров, лазерных сканеров, а также глобальной навигационной спутниковой системы позволяет решать задачи по выявлению проблем и принятию превентивных мер.

Электронный тахеометр – геодезический прибор для измерения расстояний, вертикальных и горизонтальных углов. Его использование заключается в фиксации огромного количества точек на каком-либо объекте (до 1000 и более точек в секунду) и в наведении инструмента на каждую из них, попутно проводя измерения вручную или же в автономном режиме, если тахеометр роботизирован. Главными его недостатками являются влияние на прибор погодных условий, длительность проведения цикла наблюдений (рис. 1).



Рисунок 1 – Тахеометр Leica TS60 I

Для получения более точных данных обычно применяют лазерные сканеры. (рис. 2). Благодаря такому сканированию создается цифровая модель объекта в виде облака точек с координатами в пространстве [1]. Существует наземное, мобильное и воздушное лазерное сканирование, но только наземное считается наиболее быстрым и эффективным методом получения точной информации о формах, габаритах и пространственном расположении здания [2, 3]. (рис. 3).



Рисунок 2 – Лазерный сканер Leica RTC36

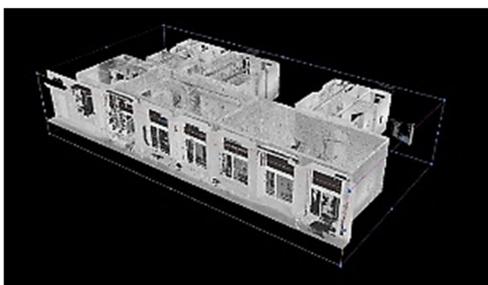


Рисунок 3 – Трехмерная модель здания

Самым же современным методом мониторинга объектов инфраструктуры является использование глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС) [4] (рис. 4). По способам определения они делятся на:

- автономные – определение координат кодовым методом (точность 15–30 метров);
- дифференциальные – координаты определяются при помощи двух приемников, один с известными пространственными данными, а другой на Земле на точке, которую нужно определить (точность 1–5 метров);
- относительные (точность 5–20 миллиметров).

Также точность обработки информации ГНСС зависит от количества спутников, их взаимного расположения, времени наблюдения и воздействий волн на Земле и в космосе на эти спутники. Также во время подготовки и проведения чемпионата WorldSkills Russia студенты выполняют 6 модулей конкурсного задания по самым востребованным задачам инженерно-геодезических, при которых как раз и используются геодезические спутниковые технологии [5, 6].



Рисунок 4 – Геодезическая GNSS антенна Leica GS18 и приемник Leica GR50

По сравнению с другими вышеперечисленными приборами лазерные сканеры намного лучше в плане эксплуатации, поэтому, при контроле строительства зданий и сооружений обычно используют их [7].

Этапы модернизации методов наблюдения путем лазерного сканирования: построение основной сети, сканирование видимых прибором точек для определения размеров и ориентации в пространстве исследуемого объекта, обработка полученной информации посредством профессиональных программ, выявление наличия или отсутствия дефектов сооружения.

Тем не менее, сканирование удаленных от наблюдателя объектов строительства имеет трудности, потому что все до единой точки на объекте невозможно получить при расположении этого объекта на большой высоте и, соответственно, невозможно увидеть полную трехмерную модель здания [7]. Чтобы решить данную проблему обычно используют аппроксимирующие линии, которые проходят через центр тяжести модели объекта. Эти линии не пересекаются в одной точке и получается условное положение конструкции.

Конечно же, лазерное сканирование, как и другие методы мониторинга имеет свою собственную технологию, которая позволяет наиболее рационально и точно построить трехмерную модель объекта инфраструктуры в пространстве [8]. Она разрабатывается в следующем порядке: производится наблюдение за состоянием того или иного здания путем лазерного сканирования каким-либо методом; выстраивается система наблюдения за ним; выявляются дефекты, деформации и отклонения от нормы путем анализа модели; разрабатываются, а затем и реализуются ремонтно-технические работы по устранению каких-либо недоработок в процессе возведения и дальнейшей эксплуатации здания.

В первую очередь мониторинг объектов инфраструктуры проводится для предотвращения дефектов и деформаций в дальнейшем, то есть выявляются проблемы для принятия превентивных мер по их устранению. Современные приборы и методы позволяют нам узнать нужную информацию о здании в кратчайшие сроки, что и является определяющим фактором дальнейшего строительства и эксплуатации объекта инфраструктуры.

## Литература

1. Шевченко Г.Г. Универсальная программа определения трехмерных координат точек через обработку измерений горизонтальных, вертикальных углов и расстояний поисковым способом. / Г.Г. Шевченко [и др.] // Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.: правообладатель Кубан. гос. технол. ун-т. Рег. № 2015617205 от 03.07.2015. – М. : Роспатент, 2015.
2. Коргин А.В. Мониторинг пространственных деформаций сооружений с помощью лазерного сканирования / А.В. Коргин, В.А. Ермаков // Научные труды XXIV международной научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и докторантов / Моск. гос. строит. ун-т. – 2011. – С. 41–47.
3. Шевченко Г.Г. Анализ программного обеспечения для обработки данных наземного лазерного сканирования / Г.Г. Шевченко, Д.А. Гура, Р.Е. Глазков // Современное промышленное и гражданское строительство. – 2016. – Т. 12. – № 3. – С. 127–140.
4. Генике А.А., Побединский Г.Е. Глобальная спутниковая система определения местоположения GPS и ее применение в геодезии. – М. : Картгеоцентр – Геоиздат, 1999. – 272 с.
5. Гура А.Ю. О методике подготовки студентов вузов по компетенции R60 Геодезия по стандартам WorldSkills Russia / А.Ю. Гура, Д.А. Гура // Сборник статей по материалам учебно-методической конференции. – 2019. – 520 с.

6. Мясникова Е.Р. Процесс обучения геодезии глазами студентов: проблемы и перспективы / Е.Р. Мясникова, А.Ю. Гура, Д.А. Гура // Астраханский вестник экологического образования. – 2023. – № 2(74). – С. 129–133.
7. Программное обеспечение системы наблюдений за состоянием объектов инфраструктуры / Д.А. Гура [и др.] // Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. – 2020. – № 47(3). – С. 60–70.
8. База данных «Трёхмерные координаты марок многоэтажного жилого здания для определения смещений и осадок» / Г.Г. Шевченко, Д.А. Гура, А.Ю. Гура, Н.В. Чернова // Свидетельство о регистрации базы данных RU 2018621135, 24.07.2018.

### References

1. Shevchenko G.G. A universal program for determining the three-dimensional coordinates of points through the processing of measurements of horizontal, vertical angles and distances in a search way / G.G. Shevchenko [et al.] // Certificate of state registration of a computer program: copyright holder Kuban. state technol. un-t. Reg. № 2015617205. From 07/03/2015. – М. : Rospatent, 2015.
2. Korgin A.V. Monitoring of spatial deformations of structures using laser scanning / A.V. Korgin, V.A. Ermakov // Scientific works of the XXIV International Scientific and Practical Conference of Young Scientists, Postgraduates and Doctoral Students. Moscow State Construction University. – 2011. – P. 41–47.
3. Shevchenko G.G. Analysis of software for data processing of terrestrial laser scanning / Shevchenko G.G., D.A. Gura, R.E. Glazkov // Modern industrial and civil construction. – 2016. – Vol. 12. – № 3. – P. 127–140.
4. Genike A.A. Global satellite positioning system GPS and its application in geodesy / A.A. Genike, G.E. Pobedinsky. – М. : Kartgeocenter – Geoizdat, 1999. – 272 p.
5. Gura A.Yu. On the methodology for preparing university students for the R60 competence Geodesy according to WorldSkills Russia standards / A.Yu. Gura, D.A. Gura // Collection of articles based on materials of the educational and methodological conference. – 2019. – 520 p.
6. Myasnikova E.R. The process of teaching geodesy through the eyes of students: problems and prospects / E.R. Myasnikova, A.Yu. Gura, D.A. Gura // Astrakhan Bulletin of Environmental Education. – 2023. – № 2(74). – P. 129–133.
7. Software for monitoring the state of infrastructure facilities / D.A. Gura [et al.] // Bulletin of the Dagestan State Technical University. Technical science. – 2020. – P. 47(3). – P. 60–70.
8. Database «Three-dimensional coordinates of brands of a multi-storey residential building for determining displacements and settlements» / G.G. Shevchenko, D.A. Gura, A.Yu. Gura, N.V. Chernova. Database registration certificate RU 2018621135, 24.07.2018.