

УДК 528

## ОСОБЕННОСТИ СОВРЕМЕННЫХ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ РАЗБИВОЧНЫХ РАБОТ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ УНИКАЛЬНЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

### FEATURES OF MODERN GEODETIC WORKS AT CONSTRUCTION OF UNIQUE BUILDINGS AND STRUCTURES

**Грибкова Лариса Алексеевна**

ассистент, заведующий лабораторией кафедры кадастра и геоинженерии, Кубанский государственный технологический университет

**Багущая Юлия Александровна**

студентка, Кубанский государственный технологический университет

**Щепеткова Инна Всеволодовна**

студентка, Кубанский государственный технологический университет

**Семенова Александра Игоревна**

студентка, Кубанский государственный технологический университет

**Илимдаров Феми Энверович**

студент, Кубанский государственный технологический университет

**Аннотация.** В данной статье представлено краткое описание особенностей современных геодезических разбивочных работ при строительстве уникальных зданий и сооружений. Приведен перечень примеров современного геодезического оборудования, включая так же мультикоптеры и GNSS-технологии, а так же анализ их отличий от предыдущих поколений и преимуществ. Описана технология BIM-моделирования, а так же указаны различные программные обеспечения от таких компаний, как Trimble и Leica Geosystems.

**Ключевые слова:** геодезические разбивочные работы, современные особенности, современное геодезическое оборудование, лазерный сканер, электронный тахеометр, GNSS-технологии, GNSS-приемник, оптический нивелир, цифровой нивелир, лазерный нивелир, электронный теодолит, мультикоптер, BIM-моделирование.

**Gribkova Larisa Alekseevna**

Assistant, Head of the Department of cadastre and geo-engineering laboratory Kuban State University of Technology

**Baguckaya Yuliya Aleksandrovna**

Student, Kuban State University of Technology

**Shchepetkova Inna Vsevolodovna**

Student, Kuban State University of Technology

**Semenova Alexandra Igorevna**

Student, Kuban State University of Technology

**Ilimdarov Femi Anvarovich**

Student, Kuban State University of Technology

**Annotation.** This article provides a brief description of the features of modern geodetic work in the construction of unique buildings and structures. A list of examples of modern surveying equipment, including as multicopter and GNSS-technology, as well as analysis of their differences from previous generations and benefits. Described BIM-modeling technology, and also shows the various software from companies such as Trimble and Leica Geosystems.

**Keywords:** geodetic marking works, modern features, modern surveying equipment, laser scanner, total station, GNSS technology, GNSS receiver, optical level digital level, laser level, electronic theodolite, multicopter, BIM-modeling.

Понятие разбивочных работ занимает особое положение в строительстве высотных зданий и сооружений, т.к. данная форма работ является одним из основных видов инженерно-строительной деятельности. Именно с помощью разбивочных работ

инженер может получить отложенные на местности контуры и углы, т.е. , говоря простым языком, очертания будущего сооружения. В геодезии выделяется два вида разбивки местности: плановая и высотная. Их точность не должна превышать допустимую погрешность, регламентированную ГОСТами и СНиПами.

Для того, чтобы начать выполнять разбивочные работы, в строительстве используют разбивочные чертежи. Они являются основанием для выноса на строительную площадку проекта, отражая все размеры будущего здания и его привязки к опорным точкам плана. Разбивочный чертеж обычно входит в проектную документацию, однако иногда он может составляться специалистами непосредственно на строительной площадке. Традиционно, его, как и сбор и подсчет данных, составляют на бумаге, что не может исключить так называемый «человеческий фактор» – тот случай, когда точность и качество проектной документации будет зависеть лишь от опыта и компетенции специалиста. Однако технологии не стоят на месте.

В современном мире особенность проектной документации – это то, что ее разработка ведется с использованием систем автоматизированного проектирования (САПР). Это позволяет составить проект в электронном виде с наибольшей точностью и хорошей степенью читаемости чертежей. Так же использование САПР помогает инженеру учесть все изменения, вносимые в объект, в полном объеме, чего не всегда можно добиться на плоском бумажном чертеже.

Пожалуй, главным достижением современных геодезических разбивочных работ является широкое применение инновационных технологий. Так на сегодняшний день инженер, для получения точного плана местности, может использовать современные электронные тахеометры и лазерные сканеры.



Рисунок 1 – Тахеометр Leica TS06plus R500 5''



Рисунок 2 – Лазерный сканер Leica ScanStation C10

Электронные тахеометры (рис. 1) – это, пожалуй, наиболее распространенная группа геодезических приборов, что обусловлено их широкой областью применения. Они объединяют в себе все возможности электронного теодолита, что позволяет полностью избавиться от них на строительной площадке, дальномера, а так же полевого компьютера. Электронные тахеометры успешно работают практически при любых погодных условиях, чему способствует их общая прочность и широкий спектр представленных моделей.

Принцип работы ЭТ основывается либо на фазовом методе (заключается в измерении разности фаз проецируемых и возвращаемых лучей), либо на импульсном методе (заключается в измерении времени, за которое луч тахеометра проходит путь от прибора к отражателю и обратно). Строительные электронные тахеометры оснащены быстроотражательным дальномером, что позволяет вести быстроотражательную съемку. Алидада в конструкции таких приборов отсутствует.

Современный электронный тахеометр рассчитывает расстояния самостоятельно, произведет замеры высот объекта и замеры со смещением, а все результаты выведет их на монитор. Полученные данные он запишет и сохранит в памяти. При изменении его местоположения от инженера необходимо лишь задать новую станцию и первый пикет.

Лазерные сканеры (рис. 2) по принципу действия во многом схожи с тахеометрами, однако их отличает одно – скорость измерений. В процессе съемки снимаются координаты десятков миллионов точек, а так же численный показатель интенсивности отраженного сигнала. Полученные результаты выводятся на

внешние носители, где, с помощью таких программ, как AutoCAD со встроенным в него дополнением Leica CloudWorx, можно получить 3-D-план местности, точность которого будет чрезвычайно высока. Обеспечивает точность обработки полученных данных и такое ПО, как Cyclone – один из самых популярных софтов для обработки данных.

Для вынесения проекта на полученную местность может использоваться схожая технология – BIM-моделирование, разработанное тандемом компаний TeklaCorp. и VicoSoftware, Inc, при участии американской компании Trimble. В этом случае проектная документация в обязательном порядке создается при помощи вышеупомянутых САПР, а сам проект – в виде трехмерного изображения здания, где каждому элементу модели присваиваются индивидуальные атрибуты. Таким образом, при изменении какой-то конкретной детали проекта, остальная его часть будет автоматически подстроена под это изменение. В связи с этим возможности инженера существенно расширяются, а точность и качество проектной документации максимально увеличивается. Позже компанией Trimble был выпущен пакет средств для разработки ПО, называемый SDK, благодаря которому данная технология ведения разбивочных работ получила еще более широкое применение.

Так же не стоят на месте и GNSS-технологии. Важность их использования в строительстве возрастает буквально с каждым годом, так как на сегодняшний день именно при помощи систем ГЛОНАСС и GPS осуществляется позиционирование и управление строительной техникой, а так же проводятся вычисления и измерения. А потому современные геодезические компании предлагают инженеру широкий спектр современных GNSS-приемников.

В качестве примера GNSS-приемника можно рассмотреть ГЛОНАСС/GPS-приемник Leica iCON gps 60 (рис. 3) швейцарской компании Leica Geosystems. При помощи технологии Leica SmartCheck+ этот приемник может обрабатывать данные с частотой 20 Гц, что позволяет увеличить длину базовой линии до 70 км. Но самое важное то, что при таких показателях надежность получаемых данных составляет 99,9 %. При этом приемник способен работать в условиях плохой видимости чистого неба, как, например, под деревьями или в условиях плотной городской застройки. Так же производитель уверяет, что при помощи этого прибора можно существенно сэкономить, используя его как базовую станцию, ровер или приемник для управления дорожной техникой.



Рисунок 3 – GNSS-приемник Leica iCON gps 60

Не стоит так же забывать о современных приборах, используемых при проведении разбивочных работ.

В строительстве высотных зданий и сооружений, а так же в районах массовой застройки, создается так называемая высотная основа для разбивочных работ и наблюдений за осадками. Данная основа представляет собой нивелирные сети II и III классов, но по необходимости можно развить и ходы нивелирования IV класса. При этом как никогда важна точность нивелирования, необходимость которой прописана в ППГР. Наиболее целесообразно применять современные высокоточные нивелиры. На сегодняшний день строителю предлагается три вида нивелиров: оптические, электронные и лазерные.



Рисунок 4 – Оптический нивелир Leica RUNNER 20

Оптические нивелиры (рис. 4) являются наиболее распространенными приборами этого класса геодезических инструментов. Они недорогие, простые в использовании и надежные, однако их точность по сравнению с другими видами нивелиров низка.



Рисунок 5 – Лазерный нивелир  
BOSCH GLL 2-80P+BM1+LR2 1



Рисунок 6 – Цифровой нивелир  
Leica Sprinter 150M



Рисунок 7 – Мультикоптер  
Aibot X6 V2

Потому при строительных работах наиболее эффективно использовать высокоточные лазерные (рис. 5) или цифровые (рис. 6) нивелиры. При этом необходимо учитывать особенности строительной площадки, а так же масштабы застройки. К примеру, при вибрациях лучшим выбором будет цифровой нивелир. А при работе на больших строительных площадках лучше всего будет использовать ротационные лазерные нивелиры с применением лазерных приемников (радиус действия может достигать 300 метров и более).

Так же сегодня в строительстве широко применяются мультикоптеры (рис. 7) – беспилотные летательные аппараты. При помощи БПЛА инженер может получить трехмерные модели и ортофотопланы, инспектировать объекты инфраструктуры, аэрофотосъемку. Так же мультикоптеры позволяют осуществлять воздушное картографирование территорий.

В целом, можно сделать вывод, что современные геодезические разбивочные работы за последние десятилетия вышли на абсолютно новый уровень. Повысилась точность, увеличилась производительность, минимализировался процент вносимых в документацию изменений. Пожалуй, единственной проблемой всего это является цена вопроса – для закупки необходимого оборудования и программного обеспечения, а так же для обучения сотрудников принципам работы с ней, строительная компания может потратить не один миллион. Однако в данной ситуации каждый должен решить для себя, что ему важнее: цена или качество, и найти оптимальный вариант.

#### Литература:

1. Табаков С.В. Инженерная геодезия / С.В. Табаков, А.А. Постовалова; ГОУ ВПО «Дальневосточный государственный университет путей сообщения», 2009.
2. Кузнецова А.А. Опыт использования технологий и оборудования Leica Geosystems в учебно-образовательном процессе КубГТУ. Выполнение хоздоговорных работ / А.А. Кузнецова, Д.А. Гура, Г.Г. Шевченко // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2013. – № 4. – С. 64–66.
3. Наземное лазерное сканирование // Навгеоком. – URL : <http://www.navgeocom.ru/solutions/nazemnoe-lazernoe-skanirovanie/>
4. Желтко Ч.Н. Учебная геодезическая практика / Ч.Н. Желтко, С.Г. Бердзенишвили, С.Н. Корелов, Д.А. Гура, Г.Г. Шевченко, М.А. Пастухов. – Краснодар, 2013.
5. Гура Д.А. Мобильному миру – мобильные сканирующие системы / Д.А. Гура, Е.А. Везубов // Науки о земле на современном этапе VIII Международная научно-практическая конференция. – 2013. – С. 56–58.
6. «Высокоточная съемка и 3d-моделирование промышленных объектов методом лазерного сканирования» // Навгеоком. – URL : <http://www.navgeocom.ru/use/promyshlennoe-stroitelstvo/articles/vysokotochnaya-syemka-i-3d-modelirovanie-promyshlennykh-obektov-metodom-lazernogo-skanirovaniya/>
7. GNSS-технологии // Навгеоком. – URL : <http://www.navgeocom.ru/solutions/gnss-tehnologii>
8. Гура Д.А. Обзор инженерно-геодезических задач, решаемых с использованием современных электронных тахеометров / Д.А. Гура, Т.А. Гура // Науки о земле на современном этапе Материалы IV Международной научно-практической конференции. – 2012. – С. 110–113.

9. Разбивочные работы на стройплощадке: от бумаги к цифровым технологиям // Эффективные технологии. – URL : [http://www.eftgroup.ru/articles/articles\\_41.html](http://www.eftgroup.ru/articles/articles_41.html)

10. Гура Д.А. Кадастрово-геодезические работы при строительстве жилого комплекса «Изумрудный Город» в муниципальном образовании «Город Краснодар» / Д.А. Гура, М.В. Алиева // Науки о земле на современном этапе Материалы IV Международной научно-практической конференции. – 2012. – С. 71–74.

11. Гура Д.А. Современные измерительные технологии на кафедре кадастра и геоинженерии в КубГТУ / Д.А. Гура, Г.Г. Шевченко // Научно-технический журнал по геодезии, картографии и навигации Геопрофи. – 2012. – № 6. – С. 23–24.

12. Корелов С.Н. Геодезические работы при ведении кадастра / С.Н. Корелов, Д.А. Гура, Ч.Н. Желтко, С.Ч. Желтко, С.Г. Бердзенишвили, Ю.С. Нелюбов. – Краснодар, 2011.

13. Геодезическое и измерительное оборудование // GMS Краснодар: сайт компании. – URL : <http://krasnodar.gmc2.ru>

14. Кузнецова А.А. Анализ полученных данных методом лазерного сканирования для выполнения периодического мониторинга на примере здания расположенного в г. Краснодаре / А.А. Кузнецова, Д.А. Гура, Т.Э. Алкачев // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. – 2014. – № 4. – С. 77–83.

15. Тарасеева Н.И. Технология и организация строительства автомобильных дорог : метод. указания для самостоятельной работы / ПГУАС. – 2014. – 32 с.

#### References:

1. Tabakov S.V. Engineering geodesy / S.V. Tabakov, A.A. Postovalova; Public Educational Institution of Higher Professional Training Far East State Transport University, 2009.

2. Kuznetsova A.A. Experience of use of technologies and equipment Leica Geosystems in educational and educational process of KUBGTU. Accomplishment hozdogovornykh of works / A.A. Kuznetsova, D.A. Gura, G.G. Shevchenko // Science. Engineering. Technology (polytechnical bulletin). – 2013. – No. 4. – P. 64–66.

3. Land laser scanning // Navgeok. – URL : <http://www.navgeocom.ru/solutions/nazemnoe-lazernoe-skanirovanie/>

4. Zheltko Ch.N. Educational geodetic practice / Ch.N. Zheltko, S.G. Berdzenishvili, S.N. Korelov, D.A. Gura, G.G. Shevchenko, M.A. Pastukhov. – Краснодар, 2013.

5. Gura D.A. To the mobile world – the mobile scanning systems / D.A. Gura, E.A. Verzubov // Sciences about the earth at the present stage the VIII International scientific and practical conference. – 2013. – P. 56–58.

6. «High-precision shooting and 3d - modeling of industrial facilities by method of laser scanning» // Navgeok. – URL : <http://www.navgeocom.ru/use/promyshlennoe-stroitelstvo/articles/vysokotochnaya-syemka-i-3d-modelirovanie-promyshlennykh-obektov-metodom-lazernogo-skanirovaniya/>

7. GNSS technologies//Navgeok. – URL : <http://www.navgeocom.ru/solutions/gnss-tekhnologii>

8. Gura D.A. The overview of the engineering and geodetic tasks solved with use of modern electronic tacheometers / D.A. Gura, T.A. Gura // Sciences about the earth at the present stage Materials IV of the International scientific and practical conference. – 2012. – P. 110–113.

9. Marking works on a building site: from paper to digital technologies // Effective technologies. – URL : [http://www.eftgroup.ru/articles/articles\\_41.html](http://www.eftgroup.ru/articles/articles_41.html)

10. Gura D.A. Cadastral and geodetic works in case of construction of a housing estate «the Emerald City» in municipality «City of Краснодар» / D.A. Gura, M.V. Aliyeva // Sciences about the earth at the present stage Materials IV of the International scientific and practical conference. – 2012. – P. 71–74.

11. Gura D.A. Modern measuring technologies at department of the inventory and a geoinzheneriya in KUBGTU / D.A. Gura, G.G. Shevchenko // Scientific and technical magazine on geodesy, cartography and navigation of the Geopro. – 2012. – No. 6. – P. 23–24.

12. Korelov S.N. Geodetic works when maintaining the inventory / S.N. Korelov, D.A. Gura, Ch.N. Zheltko, S.Ch. Zheltko, S.G. Berdzenishvili, Yu.S. Nelyubov. – Краснодар, 2011.

13. Geodetic and measuring equipment // GMS Краснодар: website of the company. – URL : <http://krasnodar.gmc2.ru>

14. Kuznetsova A.A. The analysis of the obtained data by method of laser scanning for accomplishment of periodic monitoring on the example of the building of Краснодар / A.A. Kuznetsova, D.A. Gura, T.E. Alkachev // Scientific works of the Kuban state technological university. – 2014. – No. 4. – P. 77–83.

15. Taraseeva N.I. Technology and organization of construction of highways: method. instructions for independent work / PGUAS. – 2014. – 32 p.