

## Современное геодезическое обеспечение землеустройства и кадастра

Борисов Егор Александрович, преподаватель

Николаев Байдам Евгеньевич, студент

Северо-Восточный федеральный университет имени М. К. Аммосова, (г. Якутск)

*В статье рассматриваются современные геодезические приборы, используемые при выполнении землеустроительных и кадастровых работ. Авторами проводится сравнительный анализ традиционных и инновационных геодезических приборов, обеспечивающих землеустройство и кадастр, по определенным технологическим характеристикам и назначениям. В работе акцентируется внимание на таких современных геодезических инструментах, как тахеометр, ГНСС-приемники, беспилотный летательный аппарат, лазерный сканер. Описываются основополагающие недостатки и преимущества указанных приборов, а также принципы их работы. Оцениваются некоторые возможности и перспективы создания 3-D кадастра в России.*

**Ключевые слова:** землеустройство, кадастр, геодезические приборы, ГНСС, лазерный сканер, тахеометр, беспилотный летательный аппарат.

Актуальность исследования инновационных приборов и оборудования, обеспечивающих качественное выполнение землеустроительных и кадастровых работ, обусловлена устойчивой тенденцией к систематической модернизации эксплуатируемых измерительных средств и аппаратуры, а также возможностью повышения требований к точности определения координат характерных точек границ объектов недвижимого имущества [1, с. 30].

Обращаясь к ретроспективе и историческим этапам развития геодезического оборудования, необходимо отметить колоссальный прогресс, проявляющийся в замене традиционных оптических приборов электронными, позволившими аккумулировать и сохранять информацию, а также осуществлять ее оперативную обработку. Так, на смену теодолитам, нивелирам, дальномерам и рулеткам пришли тахеометры, основополагающим преимуществом которых является максимальная точность и возможность определять координаты любых точек местности.

Тахеометр осуществляет высокоточные измерения горизонтальных и вертикальных углов одновременно с измерением превышений и длин линий. Встроенная микро-ЭВМ позволяет автоматизировать процесс измерений и выполнить вычислительную обработку результатов, что значительно оптимизирует время проведения работ и минимизирует ошибки наблюдения и вычисления. Однако, электронный тахеометр обладает рядом недостатков и ограничений, центральными из которых являются невозможность продуктивного использования данного прибора в условиях густой растительности, плотных частиц пыли и тумана в воздухе, попадания в объектив солнечных лучей. Помимо того, съемка данным геодезическим устройством может осуществляться исключительно при достаточном уровне зарядки аккумуляторных батарей, в силу чего систематически должна быть обеспечена возможность их подзарядки [2, с. 115].

Необходимость ликвидации данных недочетов, а также бурное развитие спутниковых технологий, детерминировали разработку и внедрение в землеустроительные и кадастровые работы ГНСС-приемников (Глобальные Навигационные Спутниковые Системы). Алгоритм функционирования ГНСС оборудования достаточно несложный. Комплект прибора содержит две ключевые составляющие –

базу и приемник. В целях идентификации положения на местности, база закрепляется на точку с известной координатой (к примеру, пункты ОМС), после чего устанавливается сигнал, как минимум, с тремя спутниками. Очевидно, что чем больше сигналов ловит приемник, тем корректнее и быстрее определяется его местоположение. Ключевое преимущество ГНСС технологий заключается в возможности ведения измерений при любых погодных условиях и отсутствии видимости между пунктами. Однако, данные геодезические приборы также не лишены изъянов. Успешному интегрированию ГНСС в кадастровую сферу препятствуют условия плотной городской застройки. Существенно искажают результаты измерений помехи от близко расположенных мощных источников радиоизлучений: локаторов, теле-радиопередающих станций [3, с. 100].

Далее, особую актуальность в связи с ориентацией развитых стран на создание 3-D кадастра, приобрел лазерный сканер, который при помощи высокоскоростных методов съемки ситуации создает поверхность в цифровом виде и отражает их в определенной системе координат. Лазерное сканирование представляет собой съемку реального объекта в трехмерный вид, посредством высокоскоростного сканирования и представляющая ее в виде облака точек. Лазерные сканеры позволяют получить максимально высокий уровень детализации съемки, что обеспечивается большой плотностью и точностью точки лазерных отражений. Именно детализация съемки служит ключевым преимуществом лазерного сканера перед традиционными геодезическими приборами, предоставляя возможность осуществления съемки внутри инженерных сооружений. На сегодняшний день лазерные сканеры являются популярным и современным геодезическим прибором на основе которых можно получить точную и полную информацию об объекте.

Еще, в качестве важнейшего востребованного современного геодезического прибора, широко используемого в рамках землеустроительных и кадастровых работ, выступает беспилотный летательный аппарат, который использует спутниковые навигационные приемники, а определения производятся посредством гироскопов и акселерометров [4, с. 34].

Выбор любых геодезических приборов производится с учетом их функций, преимуществ и недо-

статков на основе выполняемых прибором измерений. В таблице 1 рассмотрены функции, преимуще-

ства и недостатки основных геодезических приборов.

Таблица 1. **Возможности, преимущества и недостатки основных геодезических приборов**

Тип прибора	Функции				Преимущества и недостатки		
	Измерение углов	Измерение расстояний	Измерение высот	Определение координат	Стоимость прибора	Точность	Спектр производимых измерений
Теодолит	+	-	-	-	+	-	-
Тахеометр	+	+	+	+	-	+	+
Дальномер	-	+	-	-	+	-	-
Нивелир	-	-	+	-	+	+	-
Лазерный дальномер	-	+	+/-	-	+	-	-
Спутниковые технологии	+	+	+	+	-	+	+
3-D сканер	+	+	+	+	-	+	+

Как видно из таблицы 1, можно сделать вывод, что с увеличением функционала прибора и роста качества и точности измерения, стоимость увеличивается. Справедливо будет отметить, что стоимость таких приборов эквивалентна их техническим характеристикам, функциональности и надежности.

В настоящее время на территории России и в большинстве стран мира кадастр объектов недвижимости ведется в плоском, двухмерном виде. Однако, рассмотрев современное оснащение землеустроительных и кадастровых работ, можно сделать вывод о том, что на сегодняшний день имеется достаточно оснований для перехода на 3-кадастр. Во-первых, рассмотренное выше программное обеспечение уже сейчас позволяет использовать высотную привязку и создавать трехмерные цифровые пространственные модели. Во-вторых, концепции развития систем точного позиционирования и совершенствования опорных геодезических сетей также имеют ориентир на последующее 3-D моделирование объектов недвижимости и разработку простых методов решения геодезических задач на поверхности Земли в трехмерном пространстве. В-третьих, для создания карт с объемными изображениями применяются лазерные 3-D сканеры, а универсальность тахеомет-

ров и спутникового оборудования позволяет определять координаты точек в трех измерениях [5, с. 51].

Создание 3-D кадастра позволит получать гораздо более детальный чертеж объекта и атрибутивную информацию. С одной стороны, 3-D моделирование позволяет более точно и достоверно осуществлять государственный земельный надзор. С другой стороны, 3-D моделирование позволяет оценить объем объекта как фактор, влияющий на его рыночную стоимость, что является несомненной ценностью для целей кадастровой оценки. Именно она впоследствии определяет налогообложение. Создание 3-D кадастра объектов недвижимости позволяет получить гораздо более детальный чертеж объекта, а также атрибутивную информацию в результате обмерных работ с использованием специальных геодезических средств измерений, в частности наземного лазерного сканера. Особенно данная проблема актуальна для уникальных объектов капитального строительства, имеющих сложную архитектурную форму. Кроме того, 3-D кадастр позволит увидеть объекты, которые находятся над или под земной поверхностью (например, дорожные развязки, мосты и туннели) [6, 77].

### Литература:

1. Гавря Е. Н., Головина Е. М. Современные проблемы геодезического обеспечения кадастра недвижимости урбанизированных территорий // Инновационная деятельность: теория и практика, 2016. - № 9. - С. 29-34.
2. Заварин Д. А. Современное оборудование, приборы и методы исследования землеустройства и кадастров / Д. А. Заварин // Проблемы предпринимательской и инвестиционно-строительной деятельности, 2015. - С. 114-120.
3. Каримов Р. М. Использование GNSS систем при ведении кадастра / Р. М. Каримов // Кадастр недвижимости и мониторинг природных ресурсов, 2019. - № 1. - С. 100-112.
4. Краева О. Н. Проблемы внедрения современного геодезического оборудования в кадастровой деятельности // Молодежный научный форум: Технические и математические науки: электр. сб. ст. по мат. XLVI междунар. студ. науч.-практ. конф. № 6(46). URL: [https://nauchforum.ru/archive/MNF\\_tech/6\(46\).pdf](https://nauchforum.ru/archive/MNF_tech/6(46).pdf) (дата обращения: 19.04.2019)
5. Ненашев К. В. Современное оборудование, приборы и методы исследования землеустройства и кадастров с последующим переходом от 2D к 3D-кадастру / К. В. Ненашев // Наука о Земле, 2017. - № 45. - С. 50-56.
6. Ткаченко С.В., Наон А.А., Аксёнова Е.Г. Геодезическое обеспечение кадастровых работ и землеустройства // Вестник современных исследований, 2018. - № 8. - С. 75-77.