

**ВАРФОЛОМЕЕВ А. Ф., КИСЛЯКОВА Н. А., МАРУНИН М. М.**

**СОЗДАНИЕ УЧЕБНОГО ГЕОДЕЗИЧЕСКОГО ПОЛИГОНА МГУ ИМ. Н. П. ОГАРЁВА  
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЛОБАЛЬНЫХ СИСТЕМ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ**

**Аннотация.** Статья посвящена применению современных спутниковых технологий для создания учебного геодезического полигона. В частности, с высокой точностью определены координаты учебного геодезического полигона Мордовского государственного университета им. Н. П. Огарёва.

**Ключевые слова:** учебный геодезический полигон, глобальные навигационные системы позиционирования, GPS-приемник, программное обеспечение для постобработки спутниковых измерений TopconTools v.8.2.3.

**VARFOLOMEYEV A. F., KISLYAKOVA N. A., MARUNIN M. M.**

**USING GLOBAL POSITIONING SYSTEMS**

**TO SET UP GEODESIC TRAINING GROUND AT MORDOVIA STATE UNIVERSITY**

**Abstract.** The article describes how to use modern satellite technologies to set up a geodetic training ground. The positioning of the geodetic training ground at Mordovia State University was determined with high accuracy.

**Keywords:** geodesic training ground, global navigation positioning systems, GPS-receiver, software for post-processing of satellite measurements Topcon Tools v.8.2.3.

В практике топографических работ на смену традиционным приборам приходят электронные: тахеометр, совмещающий в себе функции дальномера, теодолита и нивелира; спутниковая принимающая аппаратура (СПА) глобальных навигационных систем позиционирования (ГНСС), используемая в качестве определителя положения в плане и по высоте наблюдаемой точки [4]. Применение приемников GPS геодезического класса привело практически к революции в геодезии. Эти технологии имеют ряд преимуществ: не нужно прямой видимости между пунктами, точность на порядок выше традиционной.

Для отработки навыков работы с геодезическими приборами в рамках освоения курсов по направлению подготовки 05.03.03 Картография и геоинформатика необходимо использование учебного геодезического полигона. Наличие пунктов с определенными координатами дает возможность обеспечить студентов исходными точками, от которых будет развиваться плано-высотное обоснование во время практики. В последующем полигон может дополняться специальными построениями от определенных в системе координат СК-42 равноугольной поперечно-цилиндрической проекции Гаусса – Крюгера пунктов его сети.

С появлением приемников GPS геодезического класса на кафедре геодезии, картографии и геоинформатики Мордовского университета в 2005 году создана учебная геодезическая сеть GPS, состоящая из четырех пунктов, охватывающая три района г. Саранска. Она расположена в 8-й шестиградусной зоне с осевым меридианом равным  $45^\circ$ , средние географические координаты составляют  $54^\circ 12' 34.2''$  северной широты и  $45^\circ 09' 42.1''$  восточной долготы [4]. Пространственное расположение пунктов, и значительная удаленность их друг от друга, вызвали необходимость в закладке реперных точек вокруг учебного корпуса № 4 Мордовского госуниверситета с проведением полевых измерений по определению координат пунктов сети [3].

Учебный геодезический полигон – система определенным образом выбранных и закрепленных на местности точек, служащих опорными пунктами при топографической съемке и полевых геодезических измерениях на местности. Сегодня при создании геодезических полигонов особое внимание уделяется использованию устройств глобальных навигационных спутниковых систем GPS и ГЛОНАСС, применяемых для определения точных координат пунктов. При создании учебного полигона МГУ им. Н. П. Огарёва использовался GPS-комплекс SMART 3100 IS – полнофункциональная система одночастотного GPS-приемника для геодезических работ и программное обеспечение для постобработки спутниковых данных Topcon Tools v.8.2.3. На начальном этапе были заложены геодезические пункты с использованием статического режима наблюдений глобальных систем позиционирования созданы и подсчитаны цепочки микротриангуляции, далее с высокой точностью определены координаты геодезических пунктов (см. табл. 1).

Таблица 1

**Каталог координат полигона**

<b>Имя</b>	<b>Ось x (м)</b>	<b>Ось y (м)</b>	<b>Отметка (м)</b>
BD	6 006 176,091	512 257,666	155,481
Most	6 005 910,623	512 287,087	137,277
Plotina	6 005 968,606	512 543,194	135,682
T1	6 006 101,444	512 514,070	146,484
T2	6 006 090,870	512 668,829	141,136
T3	6 006 031,763	512 664,539	140,437
T4	6 006 000,342	512 623,250	140,031
T5	6 006 038,975	512 534,655	143,764

Статический режим наблюдений является самым точным методом определения координат. Используется он при создании высокоточных геодезических сетей. Измерения происходят следующим образом: на пункте с известными координатами устанавливается базовый приемник, а на определяемом пункте – другой. Для наблюдений необходимо иметь не

менее двух приемников. Время, затрачиваемое на получение предполагаемой точности, зависит от расстояния между пунктами и факторов потери точности [1]. В непосредственной близости от пунктов находятся здания, обзор небосвода частично закрыт кронами деревьев, присутствует источник высоковольтного напряжения. В результате проведенных первичных измерений мы пришли к выводу, что сеанс наблюдений следует увеличить с одного часа до полутора и более. Длина образующихся векторов менее 1 км. Применяя статический режим наблюдений, планировалось достичь миллиметрового уровня точности в плане.

Спутниковая приемная аппаратура, использовавшаяся в работе по определению координат пунктов геодезического полигона Мордовского университета, состояла из трех приемников Smart 3100 для проведения полевых работ и сбора необходимого количества данных.

Координаты полигона были определены в процессе постобработки и уравнивания полученных измерений в программе TopconTools v.8.2.3. Для процесса уравнивания статики необходимо ввести координаты хотя бы одного известного пункта, которые являются предопределенными, а также занести данные по высоте антенны и методу ее измерения. После назначения точных координат известному пункту его необходимо сделать контрольным в плане и по высоте, чтобы вычисляемое положение остальных пунктов сеанса наблюдений рассчитывалось относительно его фиксированного положения. Для наглядности размещения геодезических пунктов полигона был создан проект в ГИС ArcView v.3.2 [2]. Используя инструментарий ГИС, мы привязали космический снимок высокого пространственного разрешения на территорию учебного полигона и далее используя инструментарий ГИС (подключение по «горячей связи») к его пунктам привязали следующую информацию – абрис геодезического пункта, а также координаты и высотную отметку (см. рис.1).

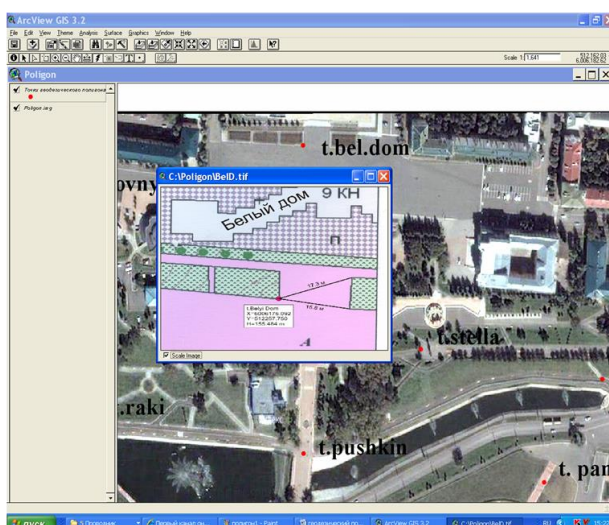


Рис. 1. Геодезический полигон МГУ им. Н. П. Огарёва.

Практическая значимость созданного полигона очень высока: он позволяет проводить лабораторно-практические работы, учебно-топографические практики, выполнять измерения с максимально высокой точностью, получать умения и навыки работы с геодезическими приборами, осваивать компетенции по направлениям подготовки 05.03.03 Картография и геоинформатика, а также 21.04.02 Землеустройство и кадастры [5; 6].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Антонович К. М. Использование спутниковых радионавигационных систем в геодезии: монография. – В 2 т. – Т.1. – М.: ФГУП «Картгеоцентр», 2005. – 334 с.
2. Варфоломеев А. Ф., Манухов В. Ф. Обработка геодезических данных с использованием современных программных продуктов: учебное пособие. – Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2017. – 92 с.
3. Манухов В. Ф. Совершенствование методов топографических съемок и инженерно-геодезических работ с использованием современных технологий // Вестник Мордов. ун-та. – 2008. – № 1. – С. 105–108.
4. Манухов В. Ф., Разумов О. С., Тюряхин А. С., Коваленко А. К. Определение координат геодезических пунктов спутниковыми методами: учебное пособие. – Саранск, 2006. – 164 с.
5. Манухов В. Ф., Варфоломеев А. Ф., Манухова В. Ф. О геоинформационной поддержке междисциплинарных исследований // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. – 2014. – №S4. – С. 182–184.
6. Манухов В. Ф., Кислякова Н.А., Варфоломеев А. Ф. Информационные технологии в аэрокосмической подготовке выпускников географов-картографов // Педагогическая информатика. – 2013. – № 2. – С. 27–33.