

ГЕОДЕЗИЧЕСКИЙ УЧЕБНЫЙ ПОЛИГОН — СРЕДСТВО ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА ИННОВАЦИОННОГО ТЕХНИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

В.А. Вафина (Бугульминский машиностроительный техникум, Республика Татарстан)

В 2012 г. окончила химико-технологический факультет Казанского национального исследовательского технологического университета по специальности «химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов». После окончания университета работает в ГАОУ СПО «Бугульминский машиностроительный техникум», в настоящее время — преподаватель геодезических дисциплин.

При всем многообразии геодезических измерений все они сводятся к трем видам: угловым, линейным и высотным. Казалось бы, достаточно провести несколько практических занятий, где студенты научатся выполнять эти измерения, и все. Но, стремительное развитие технологий, которое происходит в настоящее время, диктует свои условия. Геодезическое оборудование совершенствуется день за днем — то, что вчера считалось фантастикой, сегодня воплощается в реальность. Инновации окружают нас повсеместно.

Зачастую, стоимость такого оборудования весьма велика, поэтому оснащение учебных лабораторий современными геодезическими приборами является проблемой номер один в любом учебном заведении.

Кроме того, освоение студентами методов и технологий геодезических измерений не должно ограничиваться учебным классом или лабораторией. Пространство обучения необходимо увеличивать как за счет полевых производственных практик, так и постоянного сотрудничества с предприятиями,

осуществляющими деятельность по смежным с геодезией направлениям.

В настоящее время в области геодезических измерений большое распространение получили спутниковые геодезические приборы, использующие возможности глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС) — ГЛОНАСС, GPS, BeiDou и Galileo — для определения пространственных координат точек местности. Эти системы, благодаря своей портативности, простоте использования и высокой точности, нашли широкое применение не только при создании опорных геодезических сетей различного назначения, но и при топографических съемках и решении различных инженерно-геодезических задач [1]. Практическое освоение студентами этих технологий возможно только на специально оборудованных геодезических учебных полигонах.

Что же должен представлять собой геодезический учебный полигон? Согласно [2]: «геополигон учебный — совокупность средств геодезического, учебного и социально-бытового назначения, размещенных на еди-

ной территории; служит для учебных и научно-практических целей». Для решения научно-практических задач полигон должен иметь «геодезическое построение, содержащее систему геодезических пунктов, пригодное для испытаний, сертификации и поверки средств геодезических измерений в естественных климатических условиях» [3].

Обзор литературы показал, что подобные полигоны существуют во многих учебных заведениях [4–7]. Одним из передовых геодезических полигонов в России является Заокский геополигон МИИГАиК, а на Украине — геодезический полигон при Институте геодезии Национального университета «Львовская политехника». К сожалению, точного описания последовательности создания геодезических учебных полигонов в источниках найти не удалось.

При создании геодезического учебного полигона Бугульминского машиностроительного техникума мы исходили из того, что он должен включать сеть геодезических пунктов, координаты которых необходимо определить в единой системе коор-

динат с высокой точностью. Основное предназначение полигона — обучение студентов проведению геодезических измерений в условиях, максимально приближенных к производственным.

Задача создания полигона заключалась в равномерном размещении и закладке геодезических пунктов на территории техникума, определении их координат и привязке к пунктам государственной геодезической сети (ГГС).

При проектировании полигона нужно было учесть следующие факторы:

- виды измерений и типы приборов, которые будут применяться при его создании;
- наличие в районе полигона пунктов ГГС, которые можно будет использовать в его составе;
- сейсмическую устойчивость района;
- возможность подъезда к геодезическим пунктам;
- отсутствие промышленных объектов и сельскохозяйственных угодий, препятствующих качественному проведению измерений и выполнению всех требований по обеспечению сохранности пунктов полигона.

В настоящее время при создании геодезических сетей различного назначения для определения точных координат пунктов широко применяются спутниковые геодезические технологии. Создавая геодезический учебный полигон на базе техникума, мы не могли обойти стороной эти технологии. Поэтому для пунктов, которые будут образовывать эталонную координатную основу полигона, были определены следующие требования:

- все пункты должны иметь взаимную видимость;
- все пункты должны быть жестко и надежно закреплены, поскольку полигон планируется использовать на протяжении длительного времени;

- конструкция пунктов должна позволять использовать их как грунтовые реперы, поскольку они будут являться и высотной основой;

- расположение пунктов на местности должно обеспечивать измерения с помощью геодезических спутниковых приемников ГНСС (GPS или ГЛОНАСС), т. е. вблизи пунктов должны отсутствовать искусственные и естественные объекты, препятствующие надежному и непрерывному приему сигналов навигационных спутников;

- погрешность взаимного положения пунктов не должна превышать 5–8 мм для получения достаточно точных значений горизонтальных углов по координатам пунктов.

Кроме того, территория, на которой планировалось расположить геодезический учебный полигон, в будущем должна была обеспечить возможность наращивания количества пунктов.

Работы по созданию полигона проходили в следующей последовательности: разработка проекта сети геодезических пунктов, выбор мест для их размещения на территории техникума, закладка пунктов и определение их координат с привязкой к пунктам ГГС.

Была разработана схема расположения геодезических пунктов (Т1–Т6) на территории техникума (рис. 1).

После рекогносцировки местности, которая заключалась в выборе мест для размещения пунктов, для каждого из них была вырыта яма прямоугольной формы, глубиной 0,6 м. В ней устанавливался и бетонировался металлический стержень длиной 0,8 м, верхняя часть которого выполнена из нержавеющей стали с отверстием, глубиной 7 мм и диаметром 1 мм. Такая конструкция пункта обеспечивает точное центрирование различных геодезических приборов над ним во время измерений.

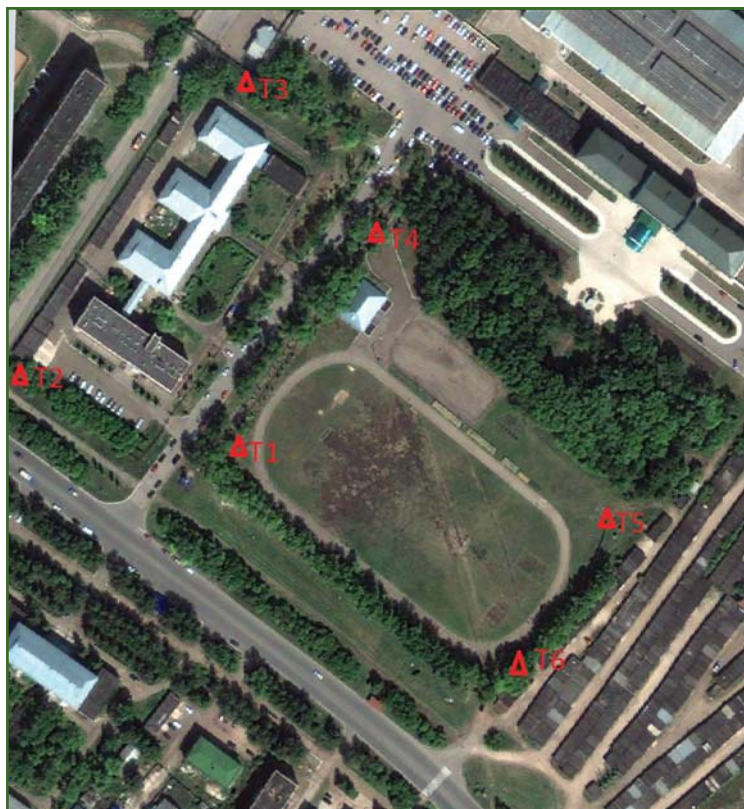


Рис. 1

Схема расположения пунктов геодезического учебного полигона



Рис. 2
Приемник Trimble R7 GNSS (слева) и контроллер TSC2

Во время выноса и установки пунктов полигона полевые бригады проводили контрольные измерения с помощью спутникового геодезического оборудования, которое затем применялось при определении координат пунктов. Приемник Trimble R7 GNSS, антенна Zephyr Geodetic, радиомодем Pacific Crest ADL Vantage Pro и два радиомодема Pacific Crest ADL Vantage Pro использовались в качестве базовой станции, а шесть приемников Trimble R7 GNSS с антеннами Zephyr и контроллерами TSC2 — в качестве подвижных (рис. 2).

Контрольные измерения проводились с целью исследования работоспособности приборов и оценки качества их работы. При выполнении наблюдений в статическом режиме данные сохранялись в памяти приемника GPS, а в кинематическом режиме в масштабе реального времени (RTK) — в памяти контроллера.

В результате обработки были получены:

- информация о принципиальной работоспособности конкретного приемника;
- ошибки выноса пунктов полигона в проектное положение;
- средняя квадратическая погрешность определения координат пунктов.

После закладки всех пунктов студентами Бугульминского ма-

шиностроительного техникума был выполнен комплекс полевых работ по определению их координат и привязке исходного пункта геодезического учебного полигона к пунктам ГГС.

Привязка исходного пункта полигона проводилась к триангуляционным пунктам ГГС в Бугульминском, Азнакаевском и Лениногорском районах, с плановыми координатами в СК-42 и абсолютными высотами в Балтийской системе высот 1977 г. С целью определения параметров

связи для перехода из международной системы координат WGS-84 (в которой выполняются измерения приемниками GPS) к плоским прямоугольным координатам на эллипсоиде Красовского на пунктах ГГС в статическом режиме проводились длительные высокоточные спутниковые наблюдения.

В качестве исходного пункта геодезического учебного полигона был выбран пункт Т1, который являлся базовой станцией при определении координат остальных пунктов полигона. Его привязка выполнялась к триангуляционным пунктам ГГС: «Чапаевск», «Опытное поле», и «Малая Бугульма» (рис. 3). С этой целью на пункте Т1 и пунктах ГГС одновременно проводились наблюдения в статическом режиме спутниковыми двухчастотными приемниками, продолжительностью не менее 60 минут. Средняя квадратическая погрешность определения координат исходного пункта после уравнивания оказалась равной 0,056 м.

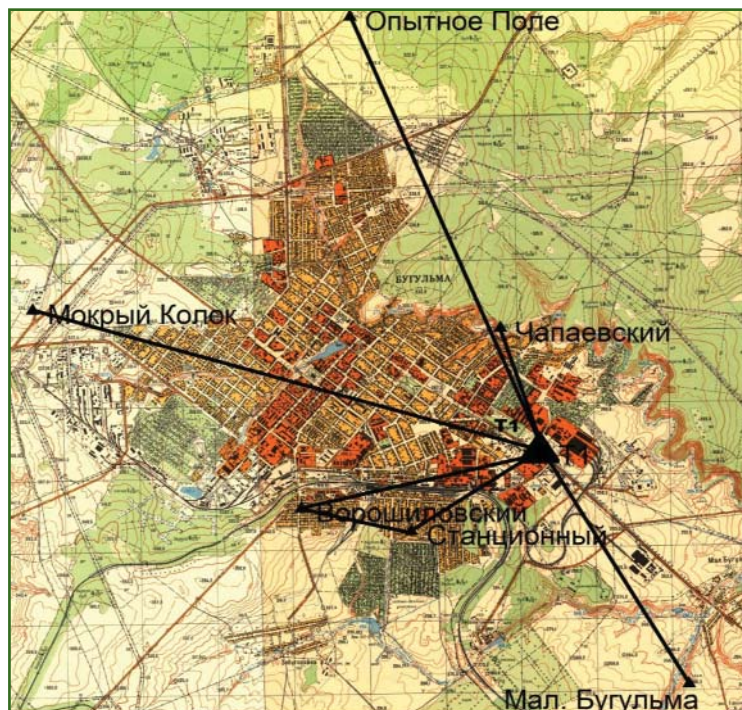
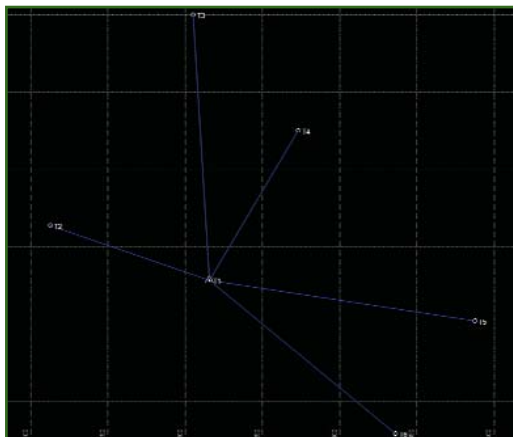


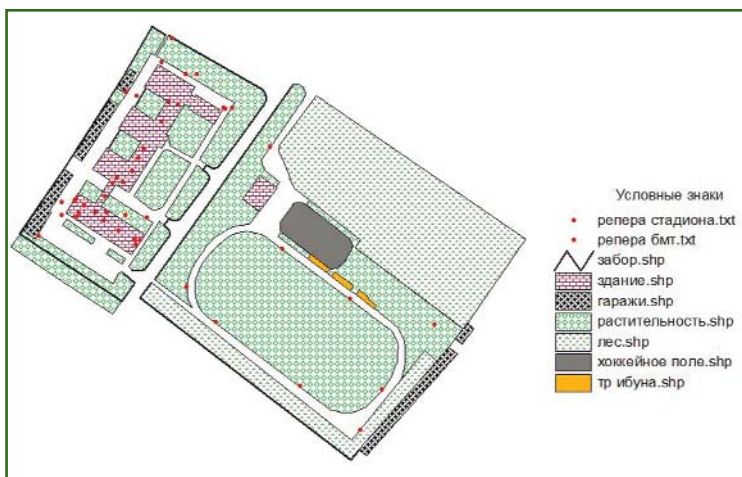
Рис. 3
Схема привязки пункта Т1 геодезического учебного полигона к пунктам ГГС

**Рис. 4**

Камеральная обработка в программе Trimble Business Centre

**Рис. 5**

Внешний вид пункта геодезического учебного полигона

**Рис. 6**

План расположения реперов на геодезическом учебном полигоне

За время полевых измерений сбоям и неполадкам в работе спутникового геодезического оборудования не произошло.

Дальнейшая работа заключалась в камеральной обработке результатов полевых измерений

с применением программного обеспечения Trimble Data Transfer, Trimble Business Centre (рис. 4) и ArcView 3.2. Был выполнен контроль качества измерений, уравнивание ГНСС векторов сети пунктов полигона методом наименьших квадратов и создана модель поверхности полигона. Камеральная обработка показала, что средние квадратические погрешности горизонтальных углов в полигоне не превышают 5".

Для организации учебного процесса независимо от климатических условий в здании техникума, на первом этаже, были заложены реперы.

Таким образом, в результате выполненных работ были получены высокоточные координаты шести пунктов геодезического учебного полигона (рис. 5), благодаря которым возможно дальнейшее обустройство и расширение функциональности полигона: передача координат с этих пунктов в здание техникума для определения координат заложённых реперов и создание совместно с профилейными

организациями геодинамического полигона.

Руководство всеми работами по созданию геодезического учебного полигона осуществляли начальник топографического от-

ряда партии № 25 000 «ТНГ-ГРУПП» О.И. Талабаев и преподаватель техникума В.А. Вафина.

Практическая значимость данного полигона состоит в том, что он позволит обучать студентов не только в лабораториях, но и в полевых условиях, с проведением измерений спутниковым геодезическим оборудованием с высокой точностью.

Работы по обустройству геодезического учебного полигона будут продолжены в весенне-летний период 2016 г. Планируется закладка нивелирных марок и реперов (рис. 6), а также проведение измерений базисов и нивелирование IV класса с использованием приборов Nikon, Topcon, Leica и Trimble.

▼ Список литературы

1. Прихода А.Г. GPS-технология геодезического обеспечения геологоразведочных работ. — Новосибирск: СНИИГГИМС, 2008. — 274 с.
2. Хинкис Г.Л., Зайченко В.Л. Словарь терминов, употребляемых в геодезической и картографической деятельности (термины и словосочетания) / Под ред. А.И. Спиридонова. — Изд. 3-е, перераб. и доп. — М.: ООО Издательство «Проспект», 2009. — 172 с.
3. РТМ 68-8.20-93 Полигоны геодезические общие технические требования. — М.: ЦНИИГАиК, 1994.
4. Тревого И.С. Геодезический полигон для метрологической аттестации приборов и апробации технологий // Геопрофи. — 2009. — № 1. — С. 6–11.
5. Барышников Д.С., Васильев О.Д., Репина А.С., Сучилин А.А. Применение оборудования ГНСС на УНБ «Сатино» географического факультета МГУ // Геопрофи. — 2013. — № 3. — С. 53–59.
6. Батраков Ю.Г. Чкаловская научно-учебная база государственного университета по землеустройству // Геопрофи. — 2014. — № 2. — С. 58–61.
7. Иноземцев Д.П., Курков В.М., Смирнов А.В. Опыт использования БЛА при проведении практики студентов на «Заонском геополигоне» МИИГАиК // Геопрофи. — 2014. — № 4. — С. 55–61.