

17. Ignatovskiy A.D., Radkov A.A. Kiberneticheskiy terrorizm kak ugroza bezopasnosti [Cyber terrorism as a threat to security], Kul'tura. Dukhovnost'. Obshchestvo, 2014, No 12, pp. 66–71 (in Russian).
18. Informatsionnaya bezopasnost' i voprosy profilaktiki kiber-ekstremizma sredi molodezhi (sbornik statey) [Information security and prevention of cyber extremism among young people (collection of articles)], Pod red. G.N. Chusavitinoy, E.V. Chernovoy, Magnitogorsk: Dom Pechati, 2014, 203 p. (in Russian).
19. Informatsionnaya bezopasnost' i voprosy profilaktiki kiberekstremizma sredi molodezhi: Materialy vnutrivuzovskoy konf [Information security and the prevention of cyberactivism among youth: Proceedings of the University conference]. 9–12 oktyabrya 2015 g., Pod red. G.N. Chusavitinoy, E.V. Chernovoy, O.L. Kolobovoy, Magnitogorsk: Dom Pechati, 2015, 480 p. (in Russian).
20. Tyutyunnik Yu.G. Filosofiya geografii [Philosophy of geography], Kiev: Izdatel'sko-pechatnyy kompleks Universiteta "Ukraina", 2011, 204 p. (in Russian).
21. Tyutyunnik Yu.G. Landshaft: etimologiya, germenevtika, ekzegetika [Landscape: etymology, hermeneutics, exegesis], Totallogy-XXI. Postneklasichni doslidlzhennya, Kiev, 2003, Vyp. 10, pp.54–71 (in Russian).
22. Fridinskiy P.N. Molodezhnyy ekstremizm kak osobo opasnaya forma proyavleniya ekstremistskoy deyatel'nosti [Youth extremism as a particularly dangerous form of manifestation of extremist activity], Yuridicheskii Mir, 2008, No 6, p. 24 (in Russian).
23. Haraway D. Situated Knowledges. Simians, Cyborgs and Women, Ed. by D.J. Haraway, N.Y., L. Routledge, 1991, pp. 183–201.
24. Hayles N.K. My Mother was a computer, Chicago, Chicago University Press, 2005, 288 p.

УДК 9.910.3

DOI: 10.24057/2414-9179-2017-3-23-247-257

А.А. Сучилин¹, Л.А. Ушакова², М.Р. Владимирова³, В. Ли⁴

ГЛОБАЛЬНЫЕ НАВИГАЦИОННЫЕ СПУТНИКОВЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОГРАФИЧЕСКОМ ОБРАЗОВАНИИ И ПРИКЛАДНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

АННОТАЦИЯ

Рассматривается опыт внедрения в учебный процесс географического факультет МГУ новейших методов топографической съёмки, с использованием глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС) и наземного лазерного сканирования. Описано назначение и использование действующей опорной геодезической учебной сети при обучении студентов в рамках программы топографической практики. Раскрыты основные понятия и назначение аппаратуры геодезического класса пользовательского сегмента ГНСС как базового размещения референц-станции, так и мобильных комплексов. Приведена методика измерений, обработки накопленных данных после полевой фиксации (в режимах статика или кинематика)

¹ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Географический факультет; 119991, Россия, Москва, Ленинские горы, 1; *e-mail*: asuhov308@gmail.com

² Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Географический факультет; 119991, Россия, Москва, Ленинские горы, 1; *e-mail*: la.usakova@mail.ru

³ Московский государственный университет Геодезии и Картографии (МИИГАиК); 105064, Россия, Москва, Гороховский пер., 4, *e-mail*: mvladimirova@yandex.ru

⁴ ООО «Фирма Г.Ф.К.»; 111524, Россия, Москва, Перовская ул., 1, *e-mail*: v2561v@narod.ru

географических объектов и явлений с использованием ГНСС. Описана постоянно действующая сеть референц-станций факультета. Приведён натуральный пример использования комплекса ГНСС студентами факультета исследуемого участка, собранные материалы использовались для последующего моделирования (восстановления рельефа) по результатам полевых измерений. В рамках перспективного развития сети референц-станций ГНСС МГУ, показана схема их размещения в меридиальном направлении на постоянной основе, что существенно расширит территориальный охват использования мобильных комплексов ГНСС в географических исследованиях. В рамках программы сохранения памятников культурного наследия России, показан пример совместного использования методик наземного лазерного сканирования и мобильного комплекса ГНСС, проведённого студентами и преподавателями ведущих московских ВУЗов и представителями ООО «Фирма Г.Ф.К.». Результат – фиксация геометрических характеристик объекта шагом 1 см в реальных координатах, что позволяет провести необходимое моделирование, визуализировать объект в перспективном виде, проводить необходимые измерения, строить сечения и т.п. Обсуждаются перспективы использования беспилотных летательных аппаратов (БЛА), оснащённых цифровой камерой и комплексом ГНСС, в целях крупномасштабного мониторинга подстилающей поверхности.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

глобальная навигационная спутниковая система (ГНСС), ГИС, референц-станции, лазерное сканирование

ВВЕДЕНИЕ

На географическом факультете МГУ имени М.В. Ломоносова большое и постоянное внимание уделяется полевой практике студентов, где закрепляются теоретические знания, полученные во время лекционных и семинарских занятий. Первая общегеографическая практика студентов проходит после окончания первого года обучения на полигоне учебно-научной базы «Сатино» (Боровский район, Калужская область), в программе которой важное место занимает топографическая практика.

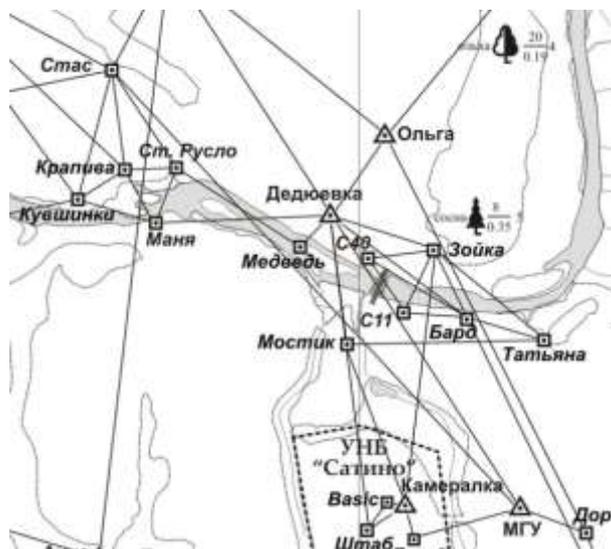


Рисунок 1. Фрагмент учебной геодезической сети полигона
Figure 1. Fragment of the geodetic training network of the polygon

Начиная с 70-х годов прошлого столетия на территории полигона, площадь которого составляет более 20 км.², была заложена учебная геодезическая сеть опорных пунктов полигона, назначение которой – геодезическое основание для крупномасштабного картографиро-

вания при проведении учебных географических исследований (рисунок 1). Сегодня их число составляет 32 долговременных знака, включая капитальные конструкции в виде пирамид.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Динамичное развёртывание в околоземном пространстве национальных спутниковых группировок (ГЛОНАСС/GPS) и их наземных составляющих, получивших термин – глобальная навигационная спутниковая система (ГНСС), назначение которой – определение пространственного местоположения объекта, сделало актуальным вопрос по внедрению новейших научно-технических методик в учебно-научный процесс факультета.

Для обучения студентов навыкам измерений в полевых условиях с использованием ГНСС, более пяти лет назад, при участии многолетнего партнера факультета ООО «Фирма GFK», официального представителя швейцарской компании «Leica GeoSystems» в России, на территории учебно-научного полигона была развёрнута базовая референц-станция ГНСС «Satino». Параллельно были приобретены мобильные высокоточные комплексы ГНСС, а также соответствующие программные продукты приёма и обработки измерений.

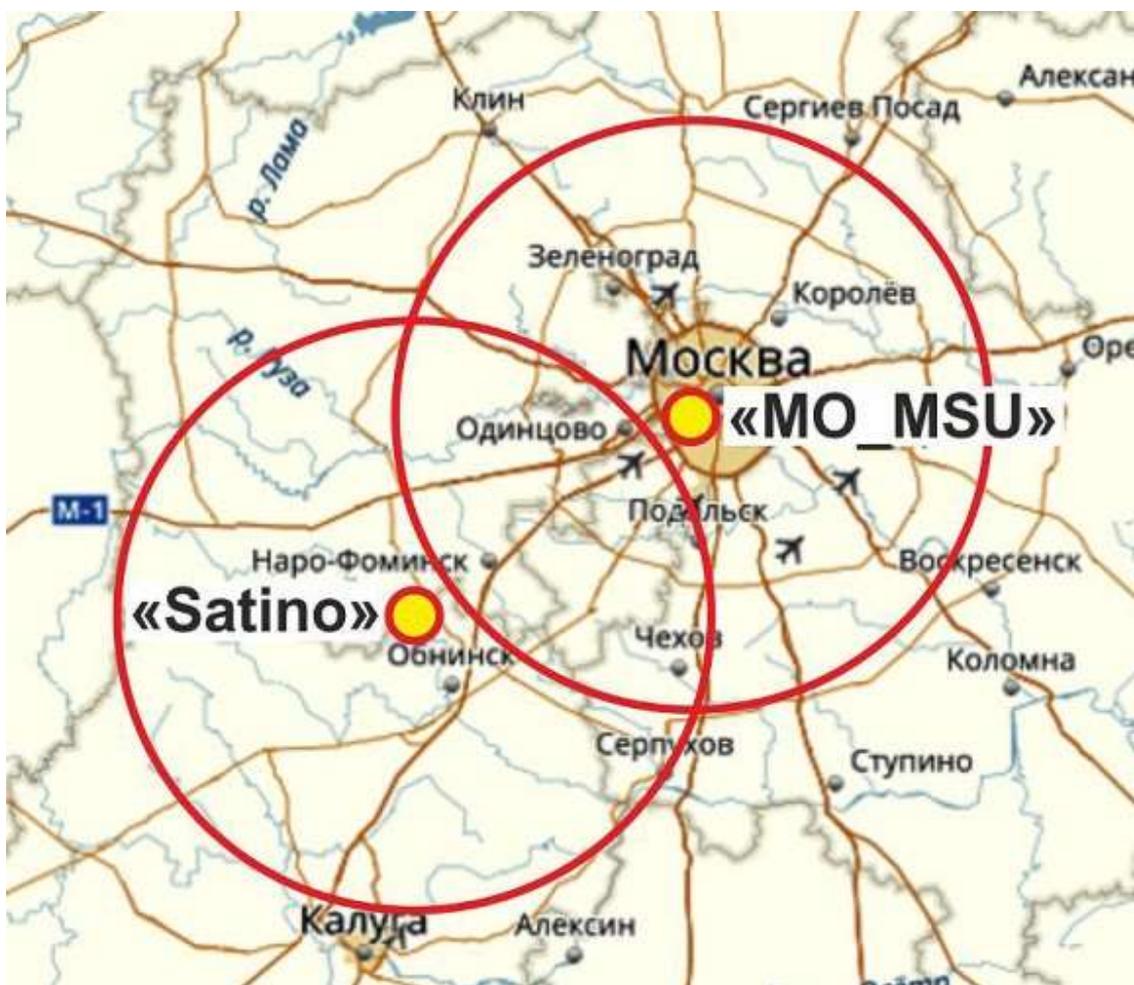


Рисунок 2. Зона охвата территории действующими референц-станциями
Figure 2. Area covered by existing reference stations

Назначение референц-станции – обеспечить дифференциальными поправками пользователей мобильных комплексов ГНСС, в рамках учебных мероприятий или научных исследований (например, профилирование, съёмка рельефа, планировка участка исследований, измерений локальных или площадных природных явлений, мониторинга смещений, сгуще-

ние/расширение геодезической сети полигона и т.п.), что позволяет обеспечить сантиметровую, а в случаях мониторинга и более высокую точность объектов [Курков и др., 2014]. Накопленные навигационные данные референц-станций аккумулируются на сервере в виде бинарного файла MDB и ZIP-файлов открытого формата обмена данных «Rinex», доступ к которым имеют студенты и сотрудники факультета через сеть Internet. Полученные результаты можно трансформировать в любую общеизвестную или локальную систему координат (СК).

Несколько позже, на территории метеообсерватории МГУ на Воробьёвых горах, был реализован совместный проект факультета и ООО «Фирма GFK» по установке и вводу в эксплуатацию второй базовой референц-станции «МО_MSU». Одновременная зона покрытия обеих референц-станций простирается в юго-западном направлении от Сергиева Посада до Калуги, позволяя проводить исследования на значительной территории в любое время года и суток (рисунок 2).

Кроме того, обработка материалов полевых наблюдений относительно двух референц-станций позволяет получить статистически более надёжное и точное решение при обработке измерений и соответственно координаты на площадке исследований, оперативно интегрировать их в геоинформационную часть проекта исследований, проводить необходимое моделирование.

Как было отмечено выше, приёмники референц-станций факультета принимают сигналы активных спутниковых группировок «ГЛОНАСС/GPS», однако после развёртывания глобальных систем европейского союза «Galileo» и китайской «Beidou», ввод в эксплуатацию которых предполагается в 2020 г., появится возможность получения данных и с этих спутниковых систем.

Введение в эксплуатацию двух референц-станций ГНСС, вывело географический факультет в лидеры среди естественных факультетов МГУ по использованию ГНСС в учебно-научной деятельности. Уже на первом курсе, в рамках учебных семинаров, студенты знакомятся с простыми приёмниками (так называемыми «наладонниками»), предлагающими кодовое решение навигационных задач. На полевой топографической практике в Сатино они приобретают навыки работы с высокоточными мобильными двухчастотными приёмниками, позволяющими получать информацию на основе фазовых решений при измерении различных характеристик земной поверхности, что коррелирует с программой учебной топографической практики.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Полученные навыки студенты используют в рамках различных тематических направлений в своих исследованиях. Используя мобильный комплекс ГНСС, оперативно получают высотно-плановые координаты объекта исследований относительно референц-станции ГНСС факультета при решении следующих задач:

- планировка и измерение точек плано-высотного обоснования (ПВО) исследуемого участка, с последующим составлением его плана/карты;
- площадное нивелирование для выявления форм микрорельефа;
- продольное и поперечное профилирование речных долин и оврагов;
- профилирование подстилающей поверхности рек и озёр (совместно с эхолотом);
- съёмка морфологических частей географического ландшафта (урочищ и фаций);
- фиксация границ локальных/глобальных ареалов распространения природных явлений;
- фиксация координат точек измерений микроклиматических параметров, и т.п.

Так, например, с помощью мобильного комплекса ГНСС в режиме кинематика, студенты измерили на полигоне свой участок исследований площадью 0.65 га, склон южной экспозиции с перепадом высот до 10 метров, в целях составления цифровой модели рельефа (ЦМР). Общее число измерений составило 745 точек, которые фиксировались на местности

методом «галсов», с шагом приблизительно 2–3 метра. После уравнивания полевых материалов был сформирован файл координат и высот в соответствующих точках, на основе которого была рассчитана регулярная ЦМР участка исследований, что позволило провести дальнейшее моделирование (рисунок 3).

Развитие космической отрасли, её навигационного сегмента, сети референц-станций ГНСС, наряду с другой прецизионной геодезической аппаратурой, предлагает новые решения в географических и других прикладных задачах, является прогрессивным шагом в исследованиях нашей планеты.

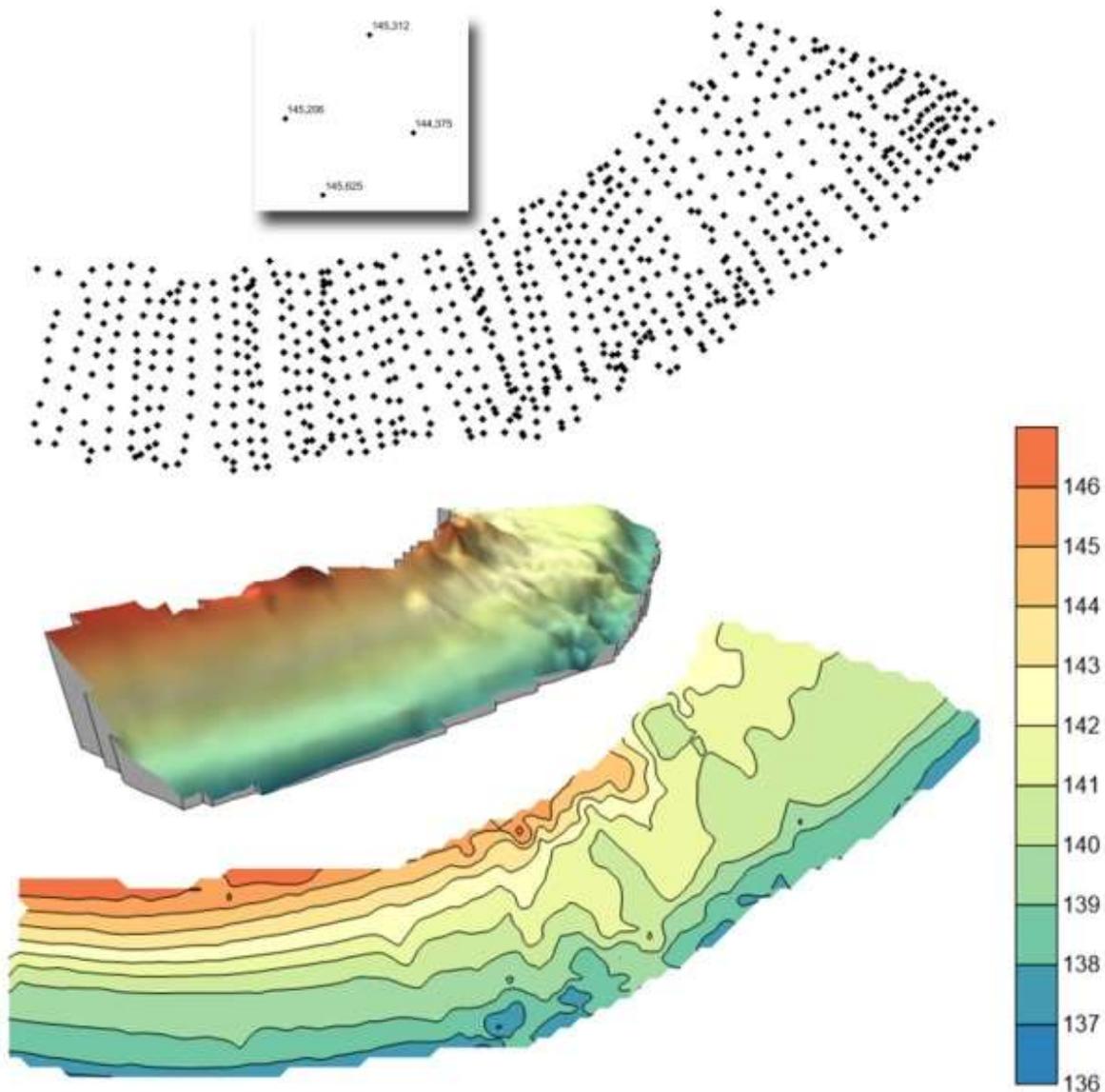


Рисунок 3. Исходные материалы и моделирование по ЦМР участка исследований
Figure 3. Source materials and modeling on DEM of the study site of researches

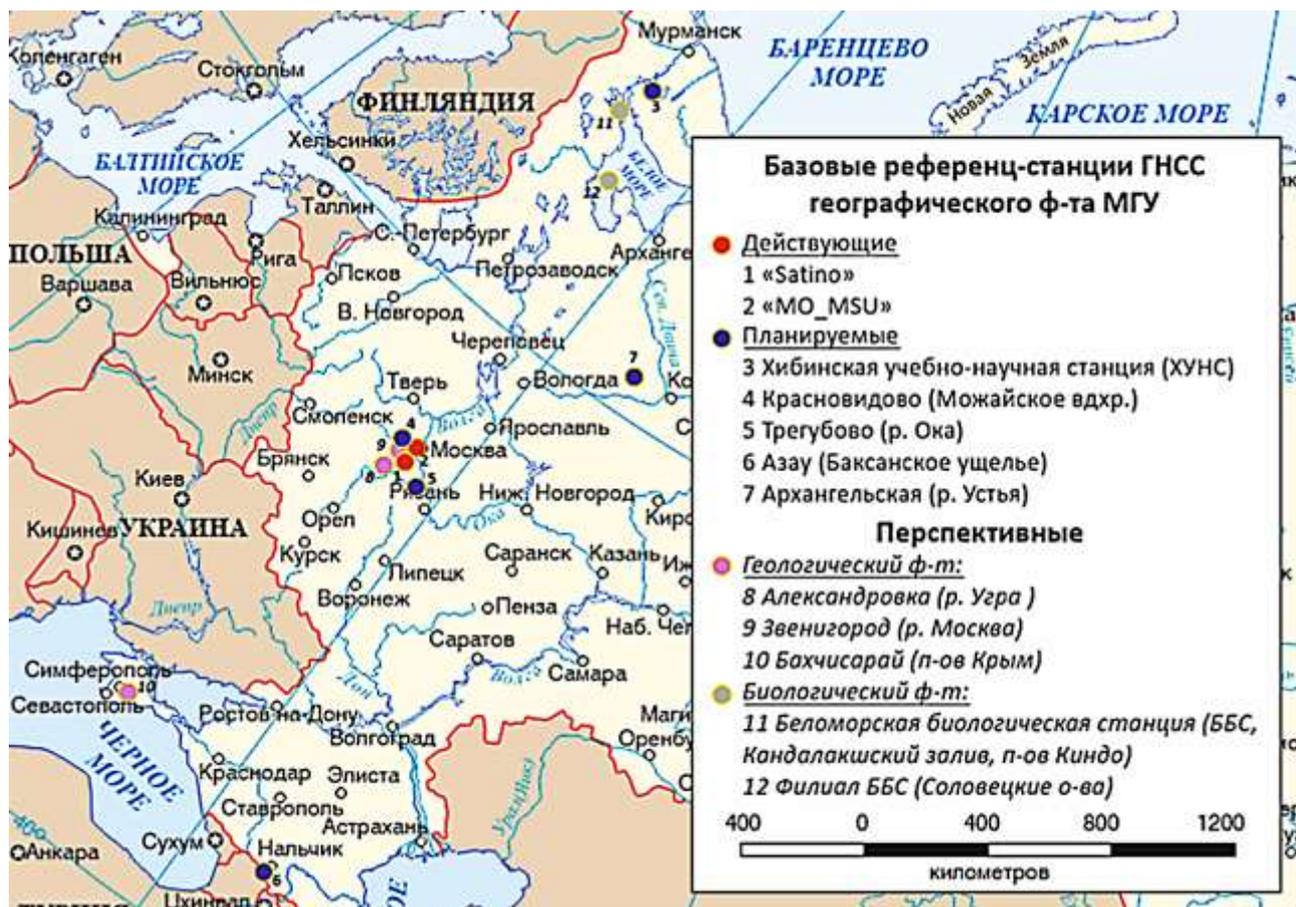


Рисунок 4. Схема расположения баз МГУ в европейской части России
Figure 4. The layout of MSU bases in the European part of Russia

В рамках развития сети референц-станций ГНСС географического факультета, планируется установить их и на других базах (станциях) факультета в различных регионах России, охватывающих всё разнообразие ландшафтных условий, а именно:

- УНС «Хибинская (ХУНС)», Мурманская обл., г. Кировск, 23 км., ул. Железнодорожная, д.10;
- УНБ «Красновидово», Московская обл., Можайский район, пос. Красновидово, ул. Зелёная, д. 5;
- УНБ «Озёры», Московская обл., Озерский район, д. Трегубово;
- УНБ «Эльбруская», Кабардино-Балкарская республика, пос. Терскол, Эльбрусская база МГУ;
- УНС «Архангельская (Устьянская)», Архангельская обл., Устьянский район, пос. Нагорская.

Это существенно расширит территориальный охват их использования в различных географических исследованиях.

Кроме того, необходимо подключить к проекту и другие естественные факультеты МГУ (геологический, биологический, почвоведения и т.д.), которые располагают собственными учебно-научными стационарами, где имеется потребность в получении спутниковой информации в целях реализации своих учебно-научных направлений на прилегающих территориях, что подразумевает установку референц-станций ГНСС на постоянной основе (рисунок 4).

Географический охват проекта ставит актуальную задачу организации единого центра МГУ, в задачи которого входят: управление референц-станциями на стационарах, аккумуляция полученных спутниковых данных на сервере центра, межфакультетский обмен информацией ГНСС по сетям Internet [Suchilin, 2015].

Применение ГНСС не ограничиваются только топографо-геодезическими исследованиями, они могут быть использованы и при решении других актуальных прикладных задач. Так, например, летом 2016 года студенты и сотрудники географического факультета, кафедры геодезии МГУИГАиК (МИИГАиК) и ООО «Фирма GFK», в рамках национальной программы сохранения памятников культурного наследия России, выполнили наземную лазерную съёмку Храма Космы и Дамиана в селе Беницы, в 3.5 километрах от УНБ «Сатино» (рисунок 5).



Рисунок 5. Храм Космы и Дамиана в с. Беницы
Figure 5. The Church of Kosma and Damian in the village of Benitsy

Этот православный Храм имеет древнюю историю. Датой современной постройки считается 1812 год, но можно уверенно утверждать, что ранее на месте кирпичного храма находился деревянный, о чём свидетельствует межевой план, оригинальное название которого: «Генеральной Геометрической планъ Города Боровска и его Уезда состоящаго въ Калужскомъ Наместничестве сочиенень Орловскаго Наместничества въ Межевой Канторе въ 1779 году». На этом плане в селе Беницы уже отмечен храм.

Лазерное сканирование – технология, позволяющая создать цифровую трёхмерную модель объекта, представив его набором точек с пространственными координатами. Технология основана на использовании новых геодезических приборов – лазерных сканеров, измеряющих координаты точек поверхности объекта с высокой скоростью порядка нескольких десятков тысяч точек в секунду. Полученный набор точек называется «облаком точек». В процессе съёмки для каждой из них записываются три координаты (XYZ) и численный показатель интенсивности отражённого сигнала. Он определяется свойствами поверхности, на которую падает лазерный луч. Облако точек раскрашивается в зависимости от степени интенсивности и после сканирования выглядит как трёхмерное цифровое фото [Руденко, Богданец, 2016].

Съёмка храма проводилась с использованием сканирующего тахеометра «Leica Nova Multistation MS60». Встроенное полевое программное обеспечение «Leica Captivate» позволяет получить пространственные данные в удобные для работы 3D модели.

Лазерное сканирование храма осуществлялось с семи точек планово-высотного обоснования (ПВО) проекта, включая две переходные, которые были расположенными таким образом, чтобы полностью охватить его геометрию. Для их пространственной привязки в режиме статика использовались мобильные фазовые комплексы ГНСС «Leica Viva», а уравнивание «сырых» измерений точек ПВО проводилось в режиме постобработки в программе «LGO-8» относительно трёх референц-станций ГНСС («Satino» и «МО_MSU», «GFK1»), обеспечивающих дифференциальными поправками процесс уравнивания, что позволяет получить статистически более надёжное и точное решение при обработке измерений и соответственно координаты объекта исследований. (таблица 1)

Таблица 1. Координаты опорных точек
Table 1. Coordinates of control points

WGS84- BLH			
	B	L	H
TS0007 - GPS00043	55° 12' 15.29005"	36° 19' 53.23826"	187.4933
TS0004	55° 12' 15.22182"	36° 19' 51.61493"	188.7612
TS0003 - GPS00040	55° 12' 16.43149"	36° 19' 53.58573"	187.9106
TS0001 - GPS00041B	55° 12' 15.95134"	36° 19' 51.61136"	189.0913
St005	55° 12' 14.78483"	36° 19' 52.51145"	187.2673
St004	55° 12' 15.70884"	36° 19' 51.59796"	188.9889
ST0009	55° 12' 14.97206"	36° 19' 53.18445"	186.7784

Сканирование проводилось в автоматическом режиме с предварительно заданными параметрами – горизонтальными и вертикальными углами охвата объекта и шагом 1 см. (возможности тахеометра позволяют уменьшить шаг съёмки до 1 мм.), время сканирования составило 30-40 минут с каждой точки ПВО. Одновременно с прибора велась цифровая фото-съёмка храма, где каждый пиксель снимка имеет соответствующие координаты сканирования. Общее число точек фиксации архитектурных характеристик храма составило 3193887 измерений, а с каждой точки съёмки составило (таблица 2):

Таблица 2. Число измерений на точках сканирования
Table 2. Number of measurements at scan points

Точка ПВО	Число точек фиксации – «облако точек»
1	806392
2	837649
3	892526
4	481397
5	175923

В то время, как ПО «Leica Captivate» используется для сбора данных, построения линий, площадей и 3D моделирования непосредственно в поле, программное обеспечение «Leica Infinity» выполняет весь комплекс обработки этих данных в камеральных условиях. Передача материалов полевой съёмки тахеометра в программу «Leica Infinity» весьма простая процедура, т.к. они работают в едином формате данных, что служит для их объединения, управления и редактирования полевых измерений.

В результате обработки полевых материалов в программе «Leica Infinity» из «облака» точек сканирования сформирован единый проект архитектурных (геометрических) характеристик памятника в заданной системе координат (рисунок б). Кроме того, данные проекта можно оперативно интегрировать в геоинформационную систему или CAD – приложение,

что позволяет проводить необходимые вычисления (объём, площадь, углы наклона, профилирование и т.д.), создавать точки, линии, области из «облака точек», совместить и визуализировать полученные результаты на подстилающую поверхность (космический снимок, топографическая карта или план). При необходимости можно совместить сформированный проект с материалами цифровой фотосъёмки объекта исследований под различными углами зрения, смоделировать 3-D анимацию, а также организовать непосредственный просмотр материалов проекта в популярном сервисе «Google Earth».

Итоговые материалы съёмки переданы в Рождества Пресвятой Богородицы Свято-Пафнутьев Боровский монастырь.



Рисунок 6. Храм с высоты птичьего полёта, результаты сканирования Храма
Figure 6. The Church from a bird's-eye view, the results of the church scan

Весьма перспективным представляется использование в учебно-научном процессе беспилотных летательных аппаратов (БЛА), оснащённых системой навигации (ГЛОНАСС/GPS). БЛА находят всё большее применение для выполнения аэрофотосъёмки, материалы которой используются для создания карт и цифровых моделей местности, мониторинга природных явлений и т.д. [Курков и др., 2014]. Снимки БЛА позволяют оперативно дать оценку исследуемой территории, что особенно актуально для труднодоступных участков земной поверхности (ледники, болота и т.п.). При финальной обработке материалов зондирования необходимо вычислить поправки в координаты снимка относительно референц-станций, для его дальнейшей трансформации.

Каждый снимок имеет географические координаты центральной точки изображения, что важно для его пространственной привязки, особенно после уравнивания координат съёмки относительно референц-станции ГНСС. Однако у этого вида съёмки на данном этапе развития имеются следующие недостатки:

- Ограниченный ресурс питания, БЛА может находиться в полёте не более 30–40 минут, что ограничивает съёмку в разрезе площадного охвата территории;
- Отсутствие параметров элементов внутреннего и внешнего ориентирования. В границах учебного полигона эта проблема решается путём дешифрирования на изображении знаков опорной сети, имеющих известные координаты, далее применяя известный математический аппарат, имеется возможность трансформировать снимки БЛА. На местности, где невозможно определить знаки опорной геодезической сети или другие характерные элементы дешифрирования, эта проблема требует дополнительных усилий, а соответственно, и времени.

ВЫВОДЫ

В целом следует отметить, что развитие космической отрасли и её навигационного сегмента, сети референц-станций ГНСС, наряду с другой прецизионной геодезической аппаратурой, и как следствие предлагаемые новые решения географических и других прикладных задач, являются прогрессивным шагом в исследовании земной поверхности.

Безусловно, внедрение новых методик в учебно-научный процесс только приветствуется, являясь необходимой реальностью нашего времени. Но не следует игнорировать и простые традиционные способы топографических исследований и сопутствующих измерений, особенно в удалённых и труднодоступных уголках планеты.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Курков В.М., Смирнов А.В., Иноземцев Д.П. Опыт использования БЛА при проведении практики студентов на Заокском геополигоне МИИГАиК. – М.: Геопрофи, 4, 2014. – 55 с.
2. Руденко Ю.М., Богданец Е.С. Актуальность лидарной съёмки на данном этапе развития лазерного сканирования // Технические науки – от теории к практике: сб. ст. по матер. LVIII междунар. науч.-практ. конф. – № 5 (53). – Часть I. – Новосибирск: СибАК, 2016. – С. 20–29.
3. Suchilin A.A. GNSS Reference Stations of Lomonosov MSU Faculty of Geography. – М.: Book of abstracts. International Geographical Union Regional Conference, 2015. – P. 237.

Alexander A. Suchilin¹, Liudmila A. Ushakova², Marina R. Vladimirova³, Vladimir Li⁴

GLOBAL NAVIGATION SATELLITE SYSTEMS (GNSS) IN GEOGRAPHICAL EDUCATION AND APPLIED RESEARCH

ABSTRACT

The paper considers the introduction of the newest methods of topographic surveying into the educational and scientific process, using global navigation satellite systems (GNSS) at the Faculty of Geography of Moscow State University. It describes the designation and use of the current reference geodetic training network for the training of students within the program of topographic practice. The basic concepts and purpose of the equipment of the geodetic class of the user segment of

¹ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography; 119991, Russia, Moscow, Leninskie Gory 1; e-mail: asuhov308@gmail.com

² Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography; 119991, Russia, Moscow, Leninskie Gory 1; e-mail: la.ushakova@mail.ru

³ Moscow State University of Geodesy and Cartography (МИИГАиК); 105064, Russia, Moscow, Gorokhovskiy byst 4, e-mail: mvladimirova@yandex.ru

⁴ “G.F.K.” LLC; 111524, Russia, Moscow, Perovskaya st 1; e-mail: v2561v@narod.ru

GNSS, both the basic location (reference stations) and mobile complexes are disclosed. The technique of measuring and processing the accumulated data after field fixation (in static or kinematic modes) of geographic objects and phenomena using GNSS has been given. A constantly operating network of reference stations of the faculty has been described. A full-scale example of using the GNSS complex by students of the faculty of the study area is given, the collected materials have been used for subsequent modeling (relief restoration) based on the results of field measurements. Within the framework of the perspective development of the network of GNSS reference stations of the Moscow State University, the scheme of their location in the meridian direction on an ongoing basis has been shown, which will substantially expand the territorial coverage of the use of mobile GNSS complexes in geographic studies. Within the framework of the program of preservation of monuments of Russia's cultural heritage, an example has been shown of the joint use of ground-based laser scanning techniques and a mobile GNSS complex conducted by students and teachers of leading Moscow universities and representatives of GFK Firm LLC. The result is the fixation of the geometric characteristics of the object in 1 cm steps in real coordinates, which makes it possible to carry out the necessary modeling, visualize the object in perspective form, carry out the necessary measurements, build sections, etc. The prospects for using unmanned aerial vehicles (UAVs) equipped with a digital camera and a GNSS complex have been discussed, with a view to large-scale monitoring of the underlying surface.

KEYWORDS:

Global Navigation Satellite Systems (GNSS), GIS, Reference station, Laser scanning

REFERENCES

1. Kurkov V.M., Smirnov A.V., Inozemcev D.P. Opyt ispol'zovaniya BLA pri provedenii praktiki studentov na Zaokskom geopoligone. MIIGAIK [The experience of using UAVs in the practice of students at the Zaoksky geopoligon MIIGAIK], Moscow: Geoprofi, 4, 2014, 55 p. (in Russian).
2. Rudenko J.M., Bogdanets E.C. Aktual'nost' lidarnoj s'yomki na dannom etape razvitiya lazernogo skanirovaniya [The relevance of the lidar survey at this stage of the development of laser scanning], *Tekhnicheskie nauki – ot teorii k praktike: sb. st. po mater. LVIII mezhdunar. nauch-prakt. konf.*, No 5 (53), Chast' I, Novosibirsk: Siberian Academy of Sciences, 2016, pp. 20–29 (in Russian).
3. Suchilin A.A. GNSS Reference Stations of Lomonosov MSU Faculty of Geography. Book of abstracts, International Geographical Union Regional Conference, Moscow, 2015, p. 237.