

# ТОПОГРАФИЧЕСКАЯ ПРАКТИКА СТУДЕНТОВ-ГЕОГРАФОВ МГУ\*

**А.М. Берлянт** (МГУ им. М.В. Ломоносова)

В 1962 г. окончил географический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова по специальности «географ-картограф». В настоящее время — заведующий кафедрой картографии и геоинформатики географического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова.

**Б.Б. Серапинас** (МГУ им. М.В. Ломоносова)

В 1958 г. окончил геодезический факультет МИИГАиК по специальности «инженерная геодезия». После окончания института работал в Якутском АГП, после окончания аспирантуры преподавал в МИИГАиК. С 1973 г. работает в МГУ им. М.В. Ломоносова. В настоящее время — профессор кафедры картографии и геоинформатики географического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова.

**А.А. Сучилин** (МГУ им. М.В. Ломоносова)

В 1978 г. окончил картографический факультет МИИГАиК по специальности «картограф». В настоящее время — старший преподаватель кафедры картографии и геоинформатики географического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова, начальник топографической практики.

Задачей топографической практики является закрепление знаний, приобретенных студентами при изучении лекционного курса и на семинарских занятиях, а также овладение основными методами измерений на местности. У студентов должны выработаться навыки полевой работы, умение проводить инструментальные наблюдения природных географических объектов, фиксировать результаты и интерпретировать численные характеристики рельефа и местности с географической точки зрения на основе непосредственных геодезических измерений, составления и анализа топографических карт, дешифрирования аэро- и космических снимков [1, 2].

## ▼ База практики

Учебно-научная база «Сатино», где проводится комплексная практика студентов I курса географического факультета МГУ, расположена в Боровском

районе Калужской области, в живописной, слабо пересеченной местности бассейна среднего течения р. Протвы — левого притока р. Оки. Территория полигона составляет около 20 км<sup>2</sup>, но топографическая съемка охватывает меньшую площадь (около 5 км<sup>2</sup>). База была создана в конце 1960-х гг. Она достаточно благоустроена, в частности на ее территории расположены летние деревянные домики для размещения 250 студентов, дом для преподавателей, столовая, комплекс подсобных помещений и спортивные площадки. Для проведения практик имеется развитая геодезическая сеть, метеоплощадка, водомерный пост, плавательные средства, а также двухэтажный корпус для камеральных работ.

Территория полигона покрыта топографическими картами и планами масштабов 1:5000, 1:10 000 и 1:25 000, а отдельные участки — картами и планами

более крупных масштабов, аэрофотоснимками залетов 1951–1992 гг. (с 1983 г. — снимками на разные сезоны года), космическими снимками. На территорию полигона имеются данные государственной геологической съемки (1:200 000), комплект тематических карт, данные бурения и др. В 1990–1995 гг. в лаборатории аэрокосмических методов кафедры картографии и геоинформатики МГУ была создана первая в России учебная геоинформационная система «ГИС-Сатино», содержащая накопленные сведения о полигоне и набор учебных заданий (разработчик — И.К. Лурье [3]). В настоящее время завершается создание второй версии «ГИС-Сатино».

Для обеспечения съемок на территории полигона развернута долговременная учебная геодезическая сеть (рис. 1), закрепленная пирамидами и реперами. Всего на территории полигона расположено 12 пирамид, 21 ре-

\* Статья подготовлена в рамках программ «Российский фонд фундаментальных исследований» (02-05-64037) и «Университеты России» (УР.08.03.001).

пер и 2 опорных гидрологических пункта, для которых определены прямоугольные координаты (в условной системе) и абсолютные высоты, а также пространственные координаты в системе WGS-84. В сеть включен один сигнал государственной геодезической сети, имеющий координаты в системе СК-42. При определении координат точек с помощью спутниковых приемников используют значения широт и долгот пунктов геодезической сети полигона.

База практики обеспечена геодезическими приборами (теодолитами, нивелирами, мензульными комплектами и др.), картографическими и аэрофотосъемочными материалами, таблицами, наборами условных знаков и учебными пособиями в количестве, достаточном для одновременной работы 25 студенческих бригад по 4–6 человек. Это оборудование постепенно обновляется. Так в 2002–2003 гг. на средства, выделенные ректором МГУ В.А. Садовничим и деканом географического факультета Н.С. Касимовым, кафедра приобрела 9 новых спутниковых навигационных приемников Garmin 12XL. Кроме того, приобретено несколько портативных компьютеров для полевой обработки результатов измерений. Во время практики имеется возможность демонстрировать студентам спутниковые приемники для точных геодезических измерений, безотражательные электронные тахеометры, контроллеры для сбора и обработки результатов спутниковых измерений. В настоящее время составлен перспективный план обновления приборного парка базы «Сатино».

#### ► Особенности топографической практики для студентов-географов

В соответствии с действующими Образовательными стандартами топографическая прак-

тика проводится для всего потока студентов-географов I курса (около 250 человек) и стоит первой в ряду других географических практик. Топографическая практика продолжительнее других (рис. 2), хотя ограниченность времени накладывает отпечаток на ее структуру. Между всеми практиками существует определенная логическая и информационная преемственность.

Особенность проведения топографической практики для студентов-географов (в МГУ и других классических университетах) заключается в общей географической направленности и небольшой продолжительности.

Программа практики включает следующие виды работ [4].

1. Рекогносцировка и выбор участка топографической съемки (0,5 дня).

2. Создание планово-высотного обоснования для топографической съемки. Проложение теодолитных ходов (5 дней).

3. Проложение нивелирного хода IV класса. Нивелирование по профилю или площадное нивелирование (3 дня).

4. Съёмочные работы. Тахеометрическая съемка в масштабах 1:500–1:2000 с сечением рельефа 0,5–1 м. Мензульная

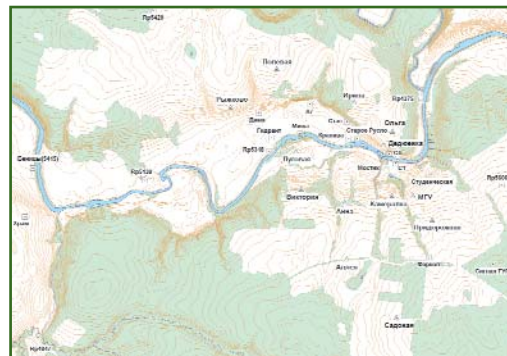


Рис. 1  
Схема расположения опорной геодезической сети

съемка в масштабе 1:2000 (5 дней).

5. Работа с аэрофотоснимками, включая полевое дешифрирование, в том числе с применением микробарометров (1 день).

6. Определение пространственных координат пунктов с помощью глобальных спутниковых систем позиционирования (1,5 дня).

7. Подготовка отчета и итоговых графических материалов (1 день).

Одна из главных целей топографической практики состоит в том, чтобы научить студентов самостоятельно составлять картографическую основу для других практик на территории учебного полигона «Сатино» [2, 5].

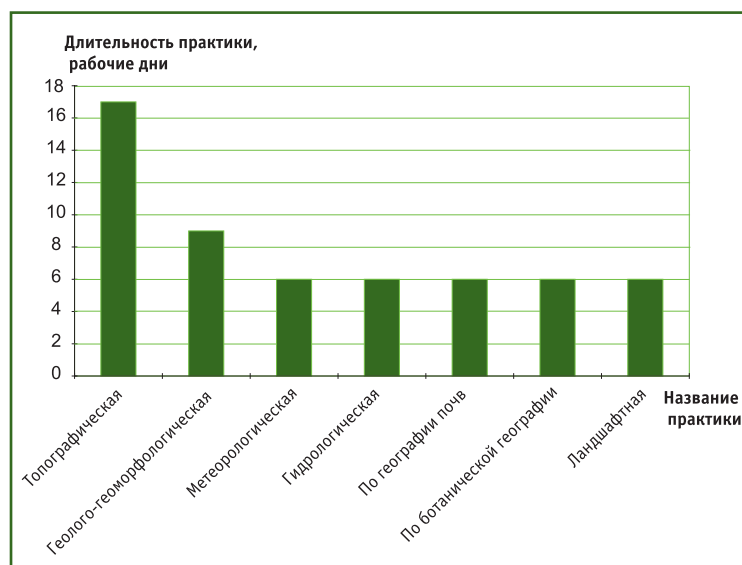


Рис. 2  
Виды практик студентов-географов

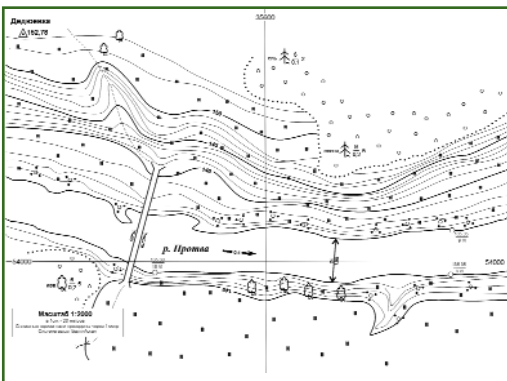
**Рис. 3**

Учебно-научный полигон «Сатино». Район проведения топографической практики (фрагмент цифрового космического снимка «Совинформспутник»)

#### ▼ Описание практики

Топографическая практика начинается с обзорного рекогносцировочного маршрута с картой масштаба 1:10 000, аэрофотоснимком и космическим снимком (рис. 3) по учебному полигону «Сатино» с целью выбора участка и проектирования плано-высотного обоснования для будущей топографической съемки. Во время прохождения маршрута студенты знакомятся с полигоном, ориентируются по карте и снимку с помощью компаса, учатся определять собственное местоположение по ситуации и ориентирам, ведут глазомерную съемку местности, осваивают приемы нанесения на карту маршрута и точек наблюдений [2, 5].

Пункты плано-высотного

**Рис. 4**

План участка тахеометрической съемки

съемочного обоснования для топографической съемки проектируются с таким расчетом, чтобы они по возможности равномерно охватывали площадь исследуемого участка и располагались на характерных формах рельефа и в типичных ландшафтах. Например, если ставится задача обеспечить последующую геоморфологическую съемку долинного комплекса, то точки теодолитного хода закладывают на коренных склонах, террасах, в пойме. Если требуется дать обоснование для гидрологических наблюдений, то теодолитный ход прокладывают вдоль русла реки, закрепляя точки в пределах поймы и первой надпойменной террасы. Координаты точек съемочного обоснования определяют из теодолитных ходов способом прямой или обратной геодезической засечки или с помощью глобальных спутниковых систем позиционирования.

Профили, по которым выполняется геометрическое нивелирование, закладывают по характерным направлениям, чтобы наиболее полно отразить геоморфологически обусловленные неровности местности: бровки, гребни, ребра и водоразделы, швы и тальвеги, а также характерные ландшафтные особенности. Опорные точки продольного профиля закрепляют на местности временными деревянными или металлическими реперами. При проложении профиля бровки и подножья террас, тыловые швы, валы и ложбины на пойме, формы оползневой рельефа закрепляются плюсовыми точками и отображаются в кроках. Поперечные профили через долину р. Протвы или через овраги обычно прокладывают в местах, удобных для расчистки обнажений, закладки почвенных шурфов, скважин или вблизи этих объектов. Впоследствии это облегчит высотную привязку гео-

графических наблюдений и послужит основой для составления комплексных профилей и разрезов.

На участках местности, где затруднено выполнение геометрического нивелирования, проводят тригонометрическое и барометрическое нивелирование. При барометрическом нивелировании используют показания стационарного ртутного барометра, установленного на метеоплощадке, сверяя с ним показания микробаронивелиров в начале и конце измерений. В отчете указывают, каким методом получен тот или иной отрезок профиля.

Плановое положение пикетных и плюсовых точек продольного профиля определяют из теодолитных или буссольных ходов. Плановую привязку точек профиля осуществляют с помощью спутниковых приемников.

Площадное нивелирование выполняют для того, чтобы получить отображения рельефа на крупномасштабных топографических планах. При этом главной целью является достоверное детальное отображение микрорельефа, мелких ложбин, старичных понижений, бугров, западин и других элементов местности, существенных для формирования ландшафта, перераспределения увлажнения и солнечной радиации.

Станции тахеометрической съемки надежно закрепляются, что позволяет в дальнейшем выполнять ежегодные повторные съемки тех же участков и выявлять динамику объектов, например, рост оврагов, разрушение склонов, изменения растительного покрова, площадей пашни и др. По результатам съемки составляют планы, на которых кроме рельефа подробно показывают элементы ситуации (растительность, почвы и грунты, гидрографическую сеть, дороги, уголья). Планы используются для последующих

детальных географических исследований ключевых участков. Пример участка тахеометрической съемки, расположенного по обе стороны р. Протвы, представлен на рис. 4. Местоположение участков съемки отмечают на топографической карте масштаба 1:10 000.

При мензуральной съемке основное внимание уделяют подробному изображению рельефа местности горизонталями. Построение горизонталей, их взаимное согласование и генерализация нацелены на точную передачу морфологического облика рельефа, его генезиса и современных рельефообразующих процессов. Составленные планы должны обладать не только геометрической точностью, но и географической достоверностью, т. е. передавать характерные черты местности, пространственные связи явлений и специфику ландшафта. При этом особое значение придается точному показу обрывов, оврагов с обнаженными склонами, промоин, задернованных уступов и бровок, оползней, береговых гряд и валов, искусственных форм рельефа, не отображаемых горизонталями.

При проведении практики большое значение придается работе с картами и аэрофотоснимками. Для географов карта и снимок — это не только средство ориентирования на местности, документ для фиксации полевых наблюдений, но и источник новых знаний, дополнительной качественной и количественной информации об изучаемых объектах, их структуре, динамике, взаимосвязях. Поэтому обучение свободному чтению карты и извлечению из нее полезной географической информации — одна из важнейших задач практики. Студенты осваивают приемы визуальных определений по картам и простые инструментальные способы снятия координат объек-

тов и нанесения их по координатам, определяют относительные и абсолютные высоты местности, урезы воды.

В ходе дешифрирования будущие географы учатся обнаруживать объекты по совокупности дешифровочных признаков, опознавать эти объекты на местности, определять их местоположение, а также качественные и количественные характеристики, наносить отдешифрованные объекты на карту, используя соответствующие условные обозначения. Кроме того, совместное использование топографической карты, аэрофотоснимка и космического снимка позволяет наглядно сопоставить возможности каждого из этих источников.

В последние годы работа с картой и дешифрирование снимков сочетаются с упражнениями по научному фотографированию. Используя цифровые фотоаппараты, студенты снимают характерные элементы рельефа, ландшафта, антропогенные объекты, памятники культуры, местные ориентиры, создают фотопанорамы для ключевых участков полигона. Снимки включаются в итоговый отчет по топографической практике. Кроме того, они пополняют базу фотоизображений полигона «Сатино», которая будет использована в новой версии «ГИС-Сатино».

Спутниковые определения координат введены в программу практики в 2000 г. Первые измерения выполнялись кодовыми приемниками GeoExplorer компании Trimble Navigation (США). На группу из 15 человек приходился один приемник. Летом 2003 г. на бригаду из пяти человек имелось уже по три приемника Garmin 12XL. В ближайшее время планируется снабдить этими приборами каждого студента и преподавателя.

Совместное использование спутникового навигационного приемника Garmin 12XL с кар-

маным персональным компьютером Casio E-125 Cassiopeia с операционной системой Windows CE и программным пакетом ArcPad (ESRI, Inc., США) позволяет продемонстрировать студентам возможность решения задач по определению собственного местоположения, навигации, дешифрированию аэрофотоснимка и нанесению на него новых объектов местности в режиме реального времени.

Кодово-фазовые спутниковые приемники используют только на практиках студентов-картографов и на старших курсах. На учебной базе «Сатино» их применяют по мере необходимости, для обновления и развития учебной геодезической сети. В 2003 г. парк спутниковых приемников кафедры картографии и геоинформатики пополнился двумя одночастотными кодово-фазовыми приемниками 4600LS компании Trimble Navigation.

Для методического обеспечения учебных работ специально подготовлен первый в России практикум по спутниковому позиционированию [6] и учебное пособие [7].

#### ▼ Программное обеспечение топографической практики

На время топографической практики разворачивается компьютерный класс, где студенты обрабатывают результаты полевых геодезических измерений. В качестве основного программного обеспечения используется разработанный на кафедре картографии и геоинформатики МГУ комплекс программ Practice, включающий следующие алгоритмические модули:

- ввод и редактирование результатов полевых измерений;
- вычисление планово-высотного обоснования участка съемки — координат и абсолютных высот точек замкнутого или разомкнутого теодолитного хода;
- вычисление координат точек аналитической сети спосо-



бами прямой и обратной геодезических засечек (рис. 5);

— решение треугольников — уравнивание сети микротриангуляции;

— вычисление координат и высот точек тахеометрической съемки;

— построение профиля нивелирного хода;

— моделирование поверхности по данным площадного нивелирования;

— распечатка результатов вычислений и графических отчетных документов;

— экспорт результатов в другие программные продукты.

Результаты вычислений графически отображаются на электронной топографической кар-

ArcView) и других программных продуктов (MAF, Surfer, Idrisi, GeoMatica), что позволяет использовать их в дальнейшем для проведения научных экспериментов и решения прикладных задач. Например, была создана цифровая модель рельефа полигона «Сатино», на основе которой была построена трехмерная модель территории с аналитической отмывкой, получены производные морфометрических карт, а также подготовлен базис для создания второй версии «ГИС-Сатино».

Многолетний опыт проведения практики по топографии для студентов-географов убеждает в том, что основное внимание следует сосредоточить на географической составляющей, но — без ущерба геодезической. При таком подходе изучение приборов и технических аспектов отходит на второй план. Однако, будущие геоморфологи, биогеографы, почвоведы, экономико-географы, гидрометеорологи, криолитонологи, экологи должны хорошо понимать, в каких условиях и с какой целью проводятся те или иные виды полевых работ, что от них можно ожидать и как использовать в конкретных исследованиях. Для этого необходимо знакомить студентов как с традиционными, так и с новыми геодезическими методами съемки и оборудованием, космическими материалами, компьютерными технологиями, показывать им современные тенденции и перспективы развития геодезии как прикладной науки.

В конечном итоге, практика должна заложить основы интеграции географических, топо-

графо-геодезических и картографических знаний и навыков будущих специалистов с университетскими дипломами.

#### ▼ Список литературы

1. Берлянт А.М., Кусов В.С. Учебная практика по топографии. Методическое пособие. — М.: Изд-во Моск. ун-та, 1984.

2. Берлянт А.М., Лурье И.К., Серапинас Б.Б., Сучилин А.А. Топографическая практика на Сатинском учебном полигоне. Учебное пособие (препринт). — М.: МГУ, Геогр. ф-т, 2003.

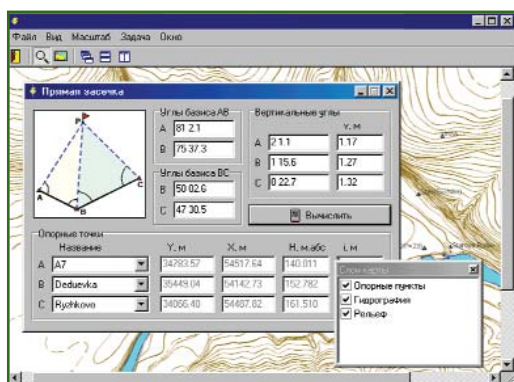
3. Лурье И.К. Геоинформатика. Учебные геоинформационные системы. Учебно-методическое пособие. — М.: МГУ, 1997.

4. Программы учебных полевых практик I курса. — М.: МГУ, Геогр. ф-т, 1998.

5. Кусов В.С. Учебная практика по геодезии. Методическое пособие. — М.: МГУ, 1988.

6. Жуков А.В., Серапинас Б.Б. Практикум по спутниковому позиционированию / Под ред. Ю.Ф. Книжникова. Учебное пособие. — М.: МГУ, 2002.

7. Серапинас Б.Б. Глобальные системы позиционирования. Учебное издание. — М.: ИКФ «Каталог», 2002.



**Рис. 5**

**Программа Practice. Вычисление прямой геодезической засечки**

те или фотоплане полигона «Сатино», благодаря чему студенты имеют возможность визуально контролировать результаты полевых измерений.

Программа Practice обладает расширенным модулем, предназначенным для экспорта вычисленных результатов в форматы современных геоинформационных систем (MapInfo,

#### RESUME

Peculiarities of topography practice for MSU geographic-students organization on the Satino education-science base are grounded. The order of practice conducting and description of polygon infrastructure, used cartographic and aerospace materials, educational GIS-Satino geoinformational system, geodesic and navigate equipment, computer technique and program facilities worked out on the MSU cartography department for results of field measurements by students working up are given.

**Московский колледж геодезии и картографии объявляет прием абитуриентов на 2004 г. на заочное отделение по специальностям: «аэрофотогеодезия», «прикладная геодезия», «картография», «земельно-имущественные отношения», «экономика», «бухгалтерский учет и контроль».**

Продолжительность обучения 2 года 6 месяцев. По окончании колледжа выдается диплом государственного образца.

Адрес: 121467, Москва, ул. Молодоговардейская, 13, тел: (095) 149-82-33, 444-61-98