

# ПРИМЕНЕНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ ГНСС НА УНБ «САТИНО» ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА МГУ

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

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

**А.С. Репина** (МГУ им. М.В. Ломоносова)

В 2013 г. окончила заочный факультет МИИГАиК по специальности «инженер-картограф». С 2005 г. работает на кафедре картографии и геоинформатики географического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова, в настоящее время — инженер.

**Д.С. Барышников** (МГУ им. М.В. Ломоносова)

В 2003 г. окончил географический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова. После окончания университета работает в МГУ им. М.В. Ломоносова, в настоящее время — начальник учебно-научной базы «Сатино».

**О.Д. Васильев** (МГУ им. М.В. Ломоносова)

Студент IV курса кафедры картографии и геоинформатики географического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова.

Глобальные навигационные спутниковые системы (ГНСС) активно внедряются в различные грани окружающего нас мира. Этот процесс коснулся и географического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова, где ему уделяется пристальное внимание.

Географический факультет образован в 1938 г. и является крупнейшим в мире педагогическим, научным и студенческим коллективом географов ([www.geogr.msu.ru](http://www.geogr.msu.ru)). Его возглавляет вице-президент Русского географического общества, академик РАН Н.С. Касимов (рис. 1). Факультет состоит из 15 кафедр, среди которых кафедра картографии и геоинформатики, образованная в 1932 г. и признанная в России лидирующей научной школой географической картографии. В настоящее время заведующей кафедрой является профессор И.К. Лурье.

Для проведения полевых практик на факультете создана и поддерживается сеть учебно-научных баз (УНБ) и станций, представляющих все разнообразие ландшафтных условий — от Хибинских тундр до равнин Центральной России и высоко-



**Рис. 1**  
Н.С. Касимов

горий Кавказа. На полигонах собрана богатая картографическая, геологическая, географическая, историко-культурная и иная информация, которая имеет особую ценность для организации учебных практик. Кроме того, базы практик используются в качестве стационаров для научной работы.

## ▼ Учебно-научная база «Сатино»

УНБ «Сатино» была образована в 1968 г. (рис. 2). У истоков ее создания стояли выдающиеся географы, деканы факультета, профессора А.М. Рябчиков, А.П. Капица и Г.И. Рычагов.

Основная цель создания учебно-научной базы — закрепление теоретических знаний, полученных в аудиториях по ряду базовых дисциплин, на комплексной общегеографической практике студентов I курса.



Рис. 2

УНБ «Сатино» с высоты птичьего полета

Ежегодно более 150 студентов факультета проходят практику, как неотъемлемую часть учебной программы, руководствуясь принципом: практика — основа знаний [1].

УНБ «Сатино» располагается в Калужской области, в 8 км к западу от Боровска и в 100 км к юго-западу от Москвы. Территория полигона находится в бассейне реки Протвы, максимальная абсолютная высота составляет 208 м, минимальная — 136–140 м, а его площадь — 20 км<sup>2</sup>.

Регулярные тематические практики на полигоне проводятся, начиная с 1972 г. В настоящее время общегеографическая практика включает семь из них: топографическую, геолого-геоморфологическую, почвенную, ботанико-географическую, гидрологическую, метеорологическую и ландшафтную.

Значение топографической практики для студентов-географов трудно переоценить, так как все их дальнейшие исследования, какую бы специальность они не выбрали, будут отражаться на составленных ими картах и планах. Топография тесно взаимодействует с другими науками о Земле — картографией и дистанционным зондированием, геоморфологией, почвоведением, ландшафтоведением,

геоботаникой, гидрологией, океанологией, климатологией и особенно тесно с геодезией, т. е. со своей материнской наукой, частью которой она и является [2].

Практические занятия способствуют приобретению ценных для будущих географов навыков выполнения геодезических измерений в полевых условиях оптическими и оптико-электронными приборами, а также приемниками ГНСС, с последующей обработкой полученных данных на компьютерах, что создает основу для освоения геоинформационных систем (ГИС).

В процессе топографической практики студенты учатся определять высоты и координаты точек исследуемого участ-

ка земной поверхности, проводить дешифрирование аэрокосмоснимков, составлять крупномасштабные топографические карты и планы, строить профили — все это закладывает основу для последующего решения различных географических задач.

Программа топографической практики, имеющая продолжительность всего 10 дней, состоит из ряда обязательных упражнений, необходимых для составления топографического плана участка исследований [1].

#### ▼ Опорная геодезическая сеть учебного полигона «Сатино»

Очевидно, что любая тематическая практика предусматривает использование крупномасштабной картографической основы, которая, в свою очередь, опирается на знаки геодезической сети. Начало созданию такой сети положили сотрудники кафедры А.В. Брюханов, А.П. Тищенко, а также Ф.В. Никулин. В настоящее время, геодезическая сеть полигона включает в себя более 30 знаков в виде долговременных сооружений (пирамид и реперов) по обоим бортам долины реки Протвы (рис. 3). Знаки имеют планово-высотные координаты в различных системах координат, таких как географическая (широта/долгота), СК-42, СК-95, международная WGS-84

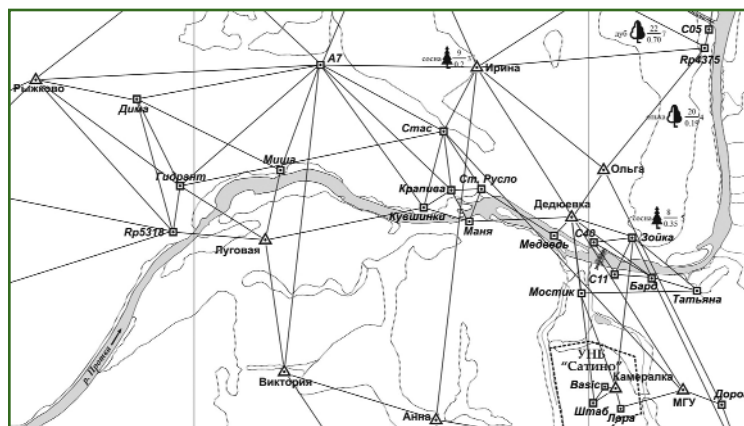


Рис. 3

Фрагмент геодезической сети полигона



**Рис. 4**  
Измерения координат  
нового репера «Антоновка»

в проекции UTM и региональная МСК-40.

Ежегодно к действующим знакам геодезической сети добавляются новые, измерения на которых проводятся с использованием высокоточных геодезических приемников ГНСС (рис. 4). Это обусловлено не только желанием предоставить студентам новые интересные участки полигона для исследований, но и реалиями нашего времени. В период бурного развития рыночных отношений практически вся территория УНБ «Сатино», свободная от лесной растительности, постепенно превращается в зону застройки «новыми» землевладельцами, которые не всегда действуют законным путем.

К примеру, в 2007 г. краном была вырвана и перенесена на 10 м от своего первоначального положения пирамида «Полевая», представляющая собой забетонированную металлическую конструкцию высотой 6 м. Как выяснилось, произошел захват обширного земельного участка, на котором стояла пирамида. Руководство университета не оставляет подобного рода факты без внимания и силами юридического управления отстаивает свои территориальные интересы.

#### ▼ **Справочная информационная система и ГИС «Сатино»**

На территории учебного полигона постоянно осуществляется мониторинг и при необходимости в картографическую основу, а также в ее электронную версию, вносятся соответствующие дополнения и изменения. Первый план полигона был составлен в 1975 г. специалистами ГУГК при СМ СССР и сотрудниками факультета, в масштабе 1:5000, в условной системе координат. В настоящее время для обеспечения полевой практики на территории учебного полигона имеются топографические карты и планы в масштабах от 1:5000 до 1:10 000, а на прилегающую местность — более мелких масштабов.

Для географического анализа данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) на кафедре создана открытая справочная информационная система. В ней сгруппированы пространственные данные на территорию полигона, включающие аэрофотоснимки, начиная с 1953 г., цифровые снимки высокого разрешения с космических аппаратов: IKONOS, QuickBird, GeoEye и др. Научные исследования в области аэрокосмических методов ДЗЗ ведет «Лаборатория аэрокосмических методов», являющаяся структурным подразделением кафедры картографии и геоинформатики.

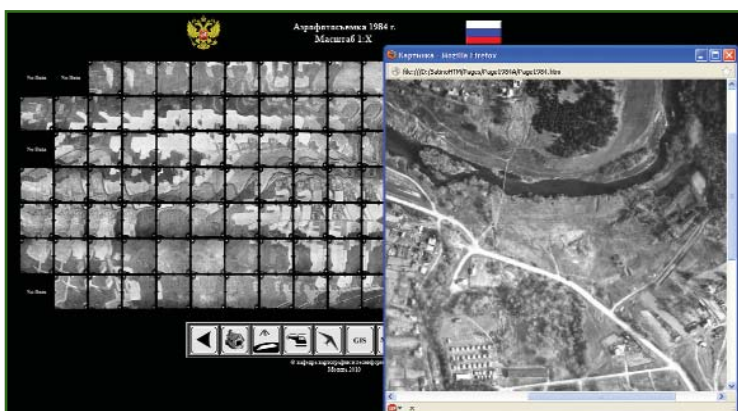
Руководитель лаборатории, профессор Ю.Ф. Книжников оказывает постоянную поддержку при внедрении новых методик в учебный процесс [3].

Главное меню справочной системы позволяет студентам выбрать необходимые материалы для решения поставленных задач, анализировать их, а при необходимости использовать в других программных приложениях. Справочная система имеет разновременные пространственные данные — космические снимки, аэрофотоснимки, изображения, полученные с вертолета, воздушного шара и дельтаплана.

Так, например, можно осуществлять поиск интересующего участка полигона в исходном масштабе по дате залета (рис. 5).

При оверлейном совмещении разновременных снимков на выбранном участке полигона выполняется объединение их пространственных характеристик, по которым достаточно точно можно определить динамику природных процессов, таких как распространение растительности, изменение русла реки и т. п.

Кроме того, в информационной системе собраны актуальные карты и схемы полигона и окрестностей, а также ранее созданные картографические произведения, даны комментарии к ним. Среди этих материалов — межевые планы, фраг-



**Рис. 5**  
Пример выбора участка полигона по дате залета



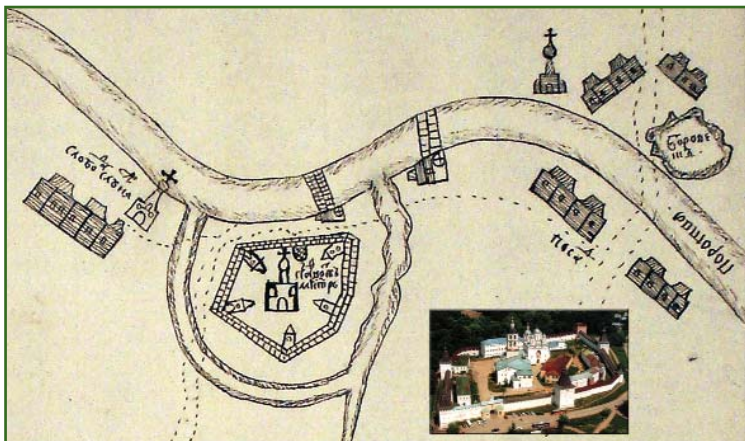


Рис. 6

Фрагмент плана земель и окрестностей Рождества Богородицы Свято-Пафнутьева Боровского монастыря (из Российского государственного архива древних актов) с врезкой его изображения в настоящее время

менты из атласов Российской империи, карты довоенного периода и др. (рис. 6). Используя эти материалы, можно проследить историческую эволюцию территории. Также предусмотрена оперативная активация выбранного снимка или карты в среде учебной геоинформационной системы «Сатино» (ГИС «Сатино»).

При разработке информационной системы неоценимую помощь оказал доцент географического факультета В.А. Костомаха, его советы во многом повлияли на ее содержание и структуру. Необходимо подчеркнуть, что справочная система является некоммерческим проектом и предназначена исключительно для информационно-образовательных целей.

Во время топографической практики на УНБ «Сатино» разворачивается компьютерный класс, где студенты обрабатывают результаты полевых геодезических измерений. Основу программного обеспечения составляет разработанный на кафедре комплекс программ Practice, включающий программы, необходимые для ввода, редактирования и обработки результатов полевых измерений [1]. При этом результаты полевых работ визуализируются на электрон-

ной карте учебного полигона, что позволяет дать оценку выполненным практическим работам в оперативном режиме. Программа Practice обладает расширенным модулем, предназначенным для экспорта полученных результатов в форматы геоинформационных систем и других программных средств (MapInfo, ArcGIS, «МАГ», Global Mapper, Surfer).

ГИС «Сатино» — локальная ГИС территории полигона и прилегающих окрестностей. Ее назначение — сбор и хранение картографических данных, их анализ (расчет площадей, профилей, построение поверхности, пространственные операции и т. п.), вывод результатов в виде карт и таблиц. ГИС разработана в среде MapInfo и имеет следующую архитектуру:

— базовые слои (опорная геодезическая сеть, рельеф (горизонталь с сечением 1 м), гидрография (реки, ручьи, озера и пруды, ключи и болота), контуры лесной растительности, населенные пункты и их границы, транспортная сеть);

— тематические слои (геоморфология, четвертичные отложения, скважины (точки) геоморфологического бурения, гидрология, микроклимат, флора и фауна, использование зе-

мель, почвы, ландшафты, кадастр, топонимы);

— производные слои (цифровая модель рельефа, экспозиция склонов и углов наклона).

Отдельным блоком в ГИС представлены аэрокосмические материалы.

Все слои ГИС «Сатино» согласованы между собой и созданы коллективом специалистов факультета, под общим руководством И.К. Лурье. Кроме того, студенты имеют возможность обращаться через Интернет к web-версии ГИС «Сатино», размещенной на геопортале компании «ДАТА+» [4].

#### Оборудование ГНСС для учебной практики и научных исследований

В начале 2000-х гг. перед кафедрой картографии и геоинформатики встал вопрос обновления парка геодезических приборов для топографической практики, так как имеющиеся морально устарели и не отвечали современным требованиям. Необходимо было приобрести более 60 новых теодолитов и нивелиров для обеспечения курсов «Топография» и «Геодезия», читаемых в МГУ на естественных факультетах (географическом, геологическом и почвоведения), семинаров и полевых практик. После того как на кафедре профессором Б.Б. Серапином был разработан курс «Основы спутникового позиционирования», актуальным стал вопрос приобретения спутниковой аппаратуры. Принципы работы навигационного и геодезического оборудования на основе ГНСС и рекомендации по его использованию в географических исследованиях представлены в академических учебниках и практических пособиях [5–7].

В этот период времени кафедре возглавлял Заслуженный деятель науки РФ, картограф с мировым именем, профессор А.М. Берлянт, который активно



**Рис. 7**  
*Студенты осваивают работу с приборами*

содействовал развитию топографической практики. Именно он рекомендовал обратить внимание на продукцию компании Leica Geosystems (Швейцария). На одной из выставок GeoForm+, в Москве, где ежегодно ведущие компании из России и других стран демонстрируют современное геодезическое оборудование, данные ДЗЗ, специальное программное обеспечение, ГИС и др., состоялось первое знакомство преподавателей кафедры с оборудованием этой компании. На выставке аппаратуру компании Leica Geosystems представляло ООО «Фирма Г.Ф.К.». Собственно, именно тогда началось наше многолетнее и плодотворное сотрудничество, которое продолжается и сегодня.

Обновление приборного парка кафедры шло поэтапно, что было обусловлено постепенным поступлением финансовых средств, а, как известно, бюджет высших учебных заведений весьма скромнен. Тем не менее, руководство географического факультета изыскивало средства, наращивая закупки оборудования. Это позволило пополнить парк геодезических приборов оптическими теодолитами 4Т30П (УОМЗ), нивелирами Leica Runner-24, лазерными дальномерами Leica Disto A5 и навигаторами Garmin 12XL (рис. 7).

Необходимо подчеркнуть, что при выборе оборудования ГНСС акцентировали внимание на приборах, работающих с двумя спутниковыми группировками:

ГЛОНАСС (Россия) и GPS (США), а также возможностью в перспективе принимать сигналы Galileo (Евросоюз).

Так, кафедра приобрела 4 комплекта высокоточного геодезического универсального комплекса Leica SmartStation System1200.

Универсальность системы Leica SmartStation (рис. 8) заключается в едином управлении, едином формате обмена измеренными данными между различными приборами компании Leica Geosystems, едином ПО Leica GeoOffice, обеспечивающем работу тахеометра и спутникового приемника в режиме постобработки или в режиме реального времени (RTK). Результаты измерений, полученные электронным тахеометром и спутниковым приемником, можно объединить в одном проекте. Предусмотрен обмен данными (экспорт/импорт) в



**Рис. 8**  
*Студенты изучают систему Leica SmartStation*

формате RINEX, в случае, когда используются приемники ГНСС других производителей. Такая возможность была проверена с приемниками ГНСС компании Topcon.

Опыт, приобретенный студентами на учебной практике, находит применение при научных исследованиях. В подтверждение приведем несколько примеров.

Летом 2008 г. группа студентов старших курсов, аспирантов и сотрудников факультета, под руководством доцента А.В. Панина, оснащенная базовой станцией и комплексом SmartStation, принимала участие в комплексной археологической экспедиции изучения развалин древнеуйгурской крепости «Пор-Бажын» [8].

Осенью 2010 г. студентка кафедры Ю.Н. Дмитриева, в рамках дипломного проекта «Разработка структуры археологической ГИС «Культурное наследие Зарафшанской долины» использовала тахеометр Leica TPS1200 для составления крупномасштабной карты территории исследований во время экспедиции в Самаркандскую область [9].

Взаимодействие между кафедрой и ООО «Фирма Г.Ф.К.» осуществляется не только в рамках поставок оборудования, но, что важно, и в образовательной сфере, причем исключительно на безвозмездной основе. Генеральный директор компании Б.О. Хиллер уделяет большое внимание этому сотрудничеству. Регулярно специалисты компании (И.Ю. Городкин, В. Ли, И.В. Сухов и С.Л. Серегин) приезжают на УНБ «Сатино», где демонстрируют студентам новые приборы компании Leica Geosystems. Сотрудники ООО «Фирма Г.Ф.К.» проводят мастер-классы по новому оборудованию, оперативно оказывают теоретические и технические консультации, дают ценные советы в реализации проектов студентам и аспирантам факультета





Рис. 9

*И.В. Сухов проводит мастер-класс по работе с роботизированным тахеометром*

(рис. 9). Неоднократно они принимали участие в контрольных измерениях на знаках опорной геодезической сети полигона.

В 2011 г., расширяя использование оборудования ГНСС в учебном процессе и географических исследованиях, опираясь на успешный опыт работы с продукцией компании Leica Geosystems, кафедра приобрела базовую станцию и несколько мобильных комплексов нового поколения серии Viva. Совместное применение базовой станции и мобильного комплекса позволяет оперативно получать численные характеристики исследуемых на местности объектов с предельной погрешностью в несколько миллиметров в радиусе 30–40 км от базовой станции в режиме реального времени или до 150 км в режиме пост-обработки.

Летом 2012 г., совместно с нашими партнерами, на территории УНБ «Сатино» была установлена широкополосная антенна Leica AR-10 GNSS, принимающая сигналы GPS, ГЛОНАСС, Galileo и Compass. Она размещена на пилоне, в точке с наибольшим обзором небесной сферы, угол «отсечки» составляет 15 градусов.

В процессе апробации нового оборудования на полигоне перед студентами поставили задачи, которые они должны были решить, используя вышеописанный мобильный комплекс и базовую станцию. Кроме того, тра-

диционно специалисты ООО «Фирма Г.Ф.К.» провели мастер-класс, демонстрируя студентам возможности комплекса ГНСС в режиме реального времени (рис. 10).

Следует отметить, что при создании планово-высотного обоснования на участок исследований бригада студентов затрачивала в среднем 1,5–2 рабочих дня, измеряя поворотные точки теодолитного хода оптическим теодолитом 4Т30П, а затем уравнивая и вычисляя их координаты в программе Practice. В этот раз студенты сначала провели измерения традиционным способом, используя теодолит, а затем с помощью нового комплекса Viva. Во втором случае время измерений существенно сократилось и составило 2–4 часа. Разумеется, что такая экономия времени позволяет поставить перед студентами новые интересные и познавательные задачи, что, несомненно, пригодится им в реальных полевых условиях.

Осенью 2012 г. кафедра океанологии географического факультета приобрела аналогичный комплект оборудования компании Leica Geosystems. Базовую станцию установят на берегу Черного моря (в Геленджике), где находится Южное отделение Института океанологии РАН. Оборудование ГНСС будет использоваться для изучения различных природных процес-

сов, таких как волновые процессы, приливы, колебания уровня морей и океанов, морские течения, взаимодействие океана и атмосферы. Ежегодно группа студентов кафедры океанологии проходит на берегах Голубой бухты учебную практику, а наличие высокоточных мобильных комплексов, навыки работы с которыми они получили на УНБ «Сатино», позволит им получать качественные результаты при исследованиях.



Рис. 10

*В. Ли демонстрирует студентам работу с комплексом ГНСС Viva в режиме RTK*

В стадии завершения находится совместный проект с ООО «Фирма Г.Ф.К.» — установка базовой станции ГНСС на здании метеорологической обсерватории, расположенной на территории МГУ. Цель проекта — расширение сети базовых станций для получения однозначного решения прикладных задач, в том числе и географических.

Мобильные приемники ГНСС в свободное от топографической практики время используются в различных проектах факультета и экспедициях научного студенческого общества как на территории нашей страны, так и ближнего зарубежья.

В заключение хочется отметить надежность приборов компании Leica Geosystems и профессиональную работу ООО «Фирма Г.Ф.К.», сотрудники которого уже более 20 лет в России занимаются не только поставкой высокотехнологичных геодезических систем и комплексов, но и обеспечивают кон-

сультации, ввод оборудования в эксплуатацию, техническое сопровождение и ремонт. Географический факультет планирует продолжить сложившееся сотрудничество и надеется расширить парк геодезического оборудования для научных и учебных целей.

Таким образом, краткий обзор истории развития, приборного обеспечения и условий проведения практики на УНБ «Сатино» показывает, что современные геодезические навыки, приобретаемые студентами, рассматриваются в Московском государственном университете им. М.В. Ломоносова как весьма существенный компонент общего географического и экологического образования.

#### ▼ Список литературы

1. Берлянт А.М., Серапинас Б.Б., Сучилин А.А. Топографическая практика студентов-географов МГУ // Геопрофи. — 2003. — № 6. — С. 51–55.
2. Общегеографическая практика в Подмоскowie / Под ред. Г.И. Рычагова, М.: Географический факультет МГУ, 2007.
3. Книжников Ю.Ф. Аэрокосмическое зондирование. Методы, принципы, проблемы. Учеб. пособие. — М.: Изд-во МГУ, 1997.
4. Аляутдинов А.Р., Лурье И.К., Осокин С.А. Проектирование и использование локальной инфраструктуры пространственных данных // Материалы XIV Всероссийского форума «Рынок геоинформатики в России. Современное состояние и перспективы развития». — М.: ГИС-Ассоциация, 2007.
5. Серапинас Б.Б. Глобальные системы позиционирования: Учебное издание. — М.: ИКФ «Каталог», 2002.
6. Берлянт А.М. Картоведение. — М.: Изд-во «Аспект-пресс», 2003.
7. Берлянт А.М., Лурье И.К., Серапинас Б.Б., Сучилин А.А. Топографическая практика на Сатинском учебном полигоне (учебно-методическая разработка). — М.: Географический факультет МГУ, 2003.
8. Селезнева Е.В., Лурье И.К., Панин А.В. Создание и исследование цифровых моделей рельефа для реконструкции палерельефа острова Пор-Бажын // Геоинформатика. — 2009. — № 3. — С. 37–44.
9. Дмитриева Ю.Н., Сучилин А.А., Иневаткина О.Н. Разработка структуры археологической ГИС «Культурное наследие Зарафшанской долины» // Краткие сообщения Института археологии. — 2012. — Вып. 226.

#### RESUME

A brief review is given for the history of development, instrumentation and conditions for training students of the Lomonosov MSU Faculty of Geography at the Satino field station. Practical skills in the field of geodetic measurements acquired by students are considered at the Lomonosov MSU as a very significant component of the general geographic and environmental education.



**ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

# КБ ПАНОРАМА

www.gisinfo.ru

Официальный разработчик  
ГИС «Карта 2011», GIS ToolKit, GIS WebServer,  
«Земля и Недвижимость»  
Свидетельство РосПатента:  
2010615871, 990438,  
2007614529, 2007614531  
© Copyright Panorama Group 1991-2012

**ГИС Карта 2011**

GIS WebServer

ГИС Сервер

GIS ToolKit

**Панорама АГРО**

3D-моделирование

**Земля и Недвижимость**

АРМ Кадастрового инженера



Вся палитра  
ГИС-технологий

**ЗАО КБ «Панорама»**  
Россия, 119017, г. Москва,  
Б.Толмачевский пер., дом 5, офис 1004  
Тел.: (495) 739-0245, 725-1991  
Тел./факс: (495) 739-0244  
E-mail: panorama@gisinfo.ru  
www.gisinfo.ru