

А. А. Светличный, д-р геогр. наук, проф.,

С. В. Плотницкий, ст. преп.,

И. И. Жанталай, студ.,

А. А. Геращенко, студ.,

О. В. Варламова, студ.,

А. П. Крившенко, студ.,

В. О. Бурдейная, студ.

Одесский национальный университет имени И. И. Мечникова,
кафедра физической географии и природопользования,
ул. Дворянская, 2, Одесса, 65082, Украина

УЧЕБНАЯ ГЕОИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ПОЛЕВОГО ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКОГО СТАЦИОНАРА: КОНЦЕПЦИЯ И ПУТИ РЕАЛИЗАЦИИ

Рассмотрены научно-методические основы разработки учебной геоинформационной системы на примере ГИС полевого физико-географического стационара геолого-географического факультета Одесского национального университета имени И. И. Мечникова, расположенного в Балтском районе Одесской области. Представлено обоснование аппаратного, программного и информационно-аналитического комплексов учебной геоинформационной системы и структуры пилот-проекта разработки системы, предложена программа реализации проекта, приведены первые результаты разработки учебной ГИС.

Ключевые слова: учебные геоинформационные системы, ГИС, физико-географический стационар, Балтский район, Одесская область.

Введение

Учебные (другое название — “обучающие”) геоинформационные системы (ГИС), под которыми будем понимать специализированные проблемно ориентированные геоинформационные системы, предназначенные для решения задач учебного процесса, занимают важное место в реализации задачи геоинформатизации процесса подготовки географов, особенно в условиях отсутствия доступных цифровых банков пространственных данных или разработанных геоинформационных систем различного территориального охвата и назначения [1, 2, 3]. В наиболее полном виде реализация идеи о роли учебных ГИС в геоинформатизации процесса подготовки географов может быть осуществлена на основе разработки геоинформационной системы для территории учебного стационара — базы полевых практик студентов. Эта территория хорошо знакома студентам, в значительно большей степени, чем любая другая, обеспечена картографической и атрибутивной информацией, в том числе, на основе топографических, почвенных, ландшафтных и других съемок, проводимых студентами во время учебных практик. Создание такой ГИС позволит решить следующие задачи:

- создать цифровую базу пространственных данных для типичной или характерной территории достаточно больших размеров (порядка 150–200 км²);
- выполнить методическую разработку лабораторных и практических занятий с использованием геоинформационных технологий по широкому спектру изучаемых дисциплин;
- выполнить разработку прикладных ГИС — методической основы подготовки студентов по специализации “Геоинформационные системы и технологии”;
- на более высоком учебно-методическом и научном уровне проводить полевые практики студентов и актуализировать получаемые в процессе проведения практик данные для использования в учебном процессе;
- обеспечить планирование и проведение научных исследований на базе учебного стационара, включая и фундаментальные исследования, направленные на углубленное изучение структуры и функционирование природных и природно-хозяйственных территориальных систем.

Последняя задача выходит за рамки учебного процесса, но является, безусловно, важной, позволяющей привлечь студентов к выполнению научно-исследовательских тем, выполняемых на кафедрах.

Материалы и методы исследований

Разработка концепции учебной геоинформационной системы выполнена [3] применительно к природно-хозяйственным условиям физико-географического стационара геолого-географического факультета Одесского национального университета им. И. И. Мечникова, база которого находится в с. Кринички Балтского района Одесской области. На стационаре ежегодно уже более 20 лет проводятся учебные практики студентов первого курса. В настоящее время это — учебные общегеографическая, геоботаническая и почвенная практики. Площадь территории, на которой проводятся маршрутные работы студентов, составляет около 150 км² (рис. 1). В центральной части изучаемой территории расположены населенные пункты Кринички и Червона Зирка; маршруты могут достигать окрестных сел Ухожаны, Крыжовлин, Шляховое, Кoryтное и Козацкое. Основная часть полевых маршрутов пролегает в пределах угодий КСП “Криничанское” (бывший колхоз им. Карла Маркса), центральная усадьба которого находится в с. Кринички. В пределах досягаемости маршрутов практики находятся долины малых рек Смолянка (приток р. Савранки) на севере и Батажок (приток р. Кодымы) на юге.

Природные комплексы территории представлены типичными холмисто-волнистыми ландшафтами юга лесостепной зоны с черноземами реградированными и оподзоленными разной степени эродированности, находящимися в интенсивном сельскохозяйственном использовании. Лесонасаждения занимают порядка 20% территории, расположены преимущественно в балках; среди древесных пород преобладают дуб черешчатый, ясень, вяз, гледичия.

В соответствии с [3] учебная геоинформационная система физико-географического стационара (УГИС ФГС) представляет собой полнофунк-

кциональную геоинформационную систему территории базы полевых практик студентов, в первую очередь, предназначенную для реализации учебных задач. Как любая геоинформационная система, УГИС ФГС состоит из трех основных компонентов — аппаратного, программного и информационного комплексов. Часто в качестве четвертого компонента в составе геоинформационных систем выделяют аналитический блок. Хотя он и реализуется программными средствами, но играет самостоятельную и весьма важную роль в составе любой ГИС. В структуре УГИС ФГС, исходя из общей цели создания учебной ГИС рассматриваемого типа и сформулированных выше задач, целесообразно формирование единого информационно-аналитического комплекса (ИАК).

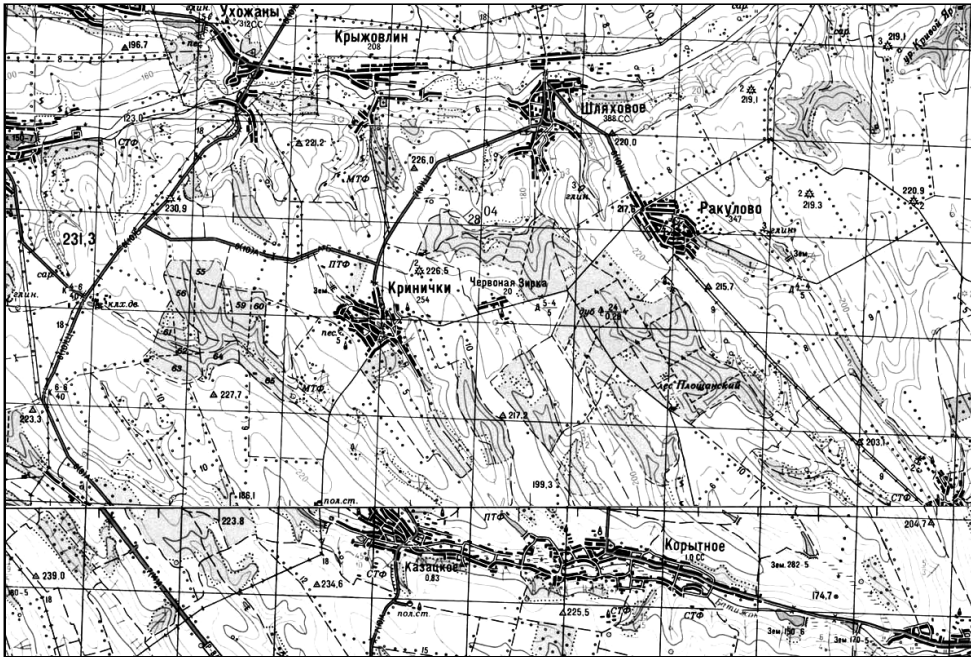


Рис. 1. Фрагмент топографической карты территории стационара М 1:100000

Программный комплекс. В качестве базового программного ГИС-обеспечения должен быть выбран программный пакет ГИС, позволяющий производить весь цикл работ по сбору, оцифровке, анализу и представлению пространственных и атрибутивных данных. Сюда в первую очередь входят: регистрация отсканированных картографических материалов и данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), создание новых картографических слоев с атрибутивными базами данных, экранное дигитизирование и редактирование цифровых карт, статистический и пространственный анализ данных, оформление картодиаграмм, построение блок-диаграмм, оформление картографических отчетов и т. д. Всеми перечисленными функциональными возможностями обладает пакет ArcInfo версии 9.x фирмы

ESRI (США) — лидера по разработке программных средств ГИС для решения задач, связанных с окружающей средой. При разработке учебной ГИС также должна быть предусмотрена возможность реализации отдельных прикладных модулей с использованием других программных средств ГИС, изучение которых обычно входит в программу геоинформационных дисциплин, таких, например, как MapInfo Professional и IDRISI. На геолого-географическом факультете ОНУ им. И. И. Мечникова в этот перечень целесообразно также включить в настоящее время свободно распространяемый растровый пакет пространственного анализа и моделирования окружающей среды PCRaster, разработанный в университете г. Утрехта (Нидерланды) [4], обладающий развитыми аналитическими возможностями при низких требованиях к аппаратной платформе.

Аппаратный комплекс. *Характеристики персональных компьютеров (объемы жесткого диска и оперативной памяти, быстродействие), начиная с Pentium III, вполне удовлетворяют требованиям реализации УГИС ФГС. Выбор аппаратной платформы фактически лимитируется требованиями базового программного ГИС-обеспечения. Для пакетов ArcInfo 9.2 — это персональный компьютер, работающий под операционными системами Windows 2000, Windows XP (Home Edition и Professional) или Windows Vista. Минимальная оперативная память — 1 Гб, рекомендованная — 2 Гб и больше, процессор с минимальной тактовой частотой 1,6 ГГц, на диске — не менее 1,2 Гб свободного места.*

Информационно-аналитический комплекс. *Исходя из задач, которые призвана реализовывать УГИС ФГС, обязательными структурными составляющими ее информационно-аналитического комплекса должны быть, во-первых, разделы, содержащие первичную картографическую и атрибутивную информацию, соответствующую изучаемым компонентам природных и природно-хозяйственных территориальных систем, а во-вторых, разделы, соответствующие учебным дисциплинам и решаемым задачам в процессе выполнения учебных занятий и проведении научно-исследовательской работы. Разделы, выделяемые по первому признаку, содержат первичную информацию, в полной мере соответствующую понятию “Банк данных”, и образуют первую — нижнюю — подсистему информационно-аналитического комплекса ГИС УГС. Разделы, соответствующие учебным дисциплинам и реализации целевых функций, образуют вторую — верхнюю, аналитическую, подсистему информационно-аналитического комплекса — “Банк приложений”.*

В составе Банка данных УГИС ФГС “Кринички” целесообразно выделение разделов: Климат, Рельеф, Почвенный покров, Поверхностные и подземные воды, Растительный покров, Землепользование, Населенные пункты, Инженерная инфраструктура (Дорожная сеть и Линии электропередач). При этом объем и характер первичных материалов, содержащихся в них, будут существенно различными в силу как объективных, так и субъективных причин.

В составе Банка приложений целесообразно выделение разделов по двум признакам:

- по дисциплинам, в рамках которых предполагается применение геоинформационных технологий (Геоботаника и биоразнообразие, Геоморфология, Общая гидрология, Ландшафтоведение, Информатика с основами геоинформатики, ГИС, Геоинформатика, Использование ГИС в земельном кадастре, Прикладная климатология, Основы эрозиоведения, Рациональное использование земельных ресурсов, Учебная общегеографическая практика, Учебная геоботаническая практика, Учебная почвенная практика);

- по решаемым задачам либо темам создаваемых на базе Банка данных прикладных модулей (например, Земельно-информационная система территории ФГС “Кринички”, Обоснование рационального использования земельных ресурсов, Оценка эрозионной опасности и прогноз водной эрозии почв, Природное и природно-хозяйственное районирование территории).

В разделах первой подсистемы, соответствующих учебным дисциплинам, в которых планируется применение геоинформационных технологий и перечень которых со временем будет расширяться, содержатся цифровые массивы пространственных и атрибутивных данных, обеспечивающие эти дисциплины, прикладные аналитические модули и методические разработки предусмотренных учебной программой лабораторных и практических занятий с использованием функциональных и аналитических возможностей инструментальных ГИС.

В “целевых” разделах второй подсистемы размещаются методики решения актуальных задач природопользования, разработанные в процессе выполнения курсовых и квалификационных работ, студенческих научно-исследовательских работ, разработки кафедральных госбюджетных и хоздоговорных научно-исследовательских тем.

Информация, содержащаяся в ИАК, представлена картографическими и атрибутивными данными.

Картографические данные представляют собой набор цифровых слоев однородной пространственно-координированной информации, перечень которых является открытым и будет расширяться за счет инкорпорации данных полевых съемок, проводимых в процессе учебных практик и научных исследований, а также результатов их аналитической обработки. Среди картографических данных можно выделить *базовые и производные*.

К набору *базовых* картографических данных, создание которых является обязательным и первоочередным, учитывая задачи, решение которых возлагается на ГИС УГС, относятся:

- цифровая модель рельефа;
- почвенная карта;
- почвенно-агрохимическая карта;
- карта землепользования;
- карты внутрихозяйственного землеустройства сельскохозяйственных предприятий;
- карта гидрографической сети;
- карта растительности (геоботаническая карта);
- карта населенных пунктов;
- карта транспортной инфраструктуры.

Данный перечень также является открытым. В него могут быть включены карты неблагоприятных природных явлений и процессов (оврагов, оползней, мочаров и пр.), источников загрязнения природной среды (животноводческих ферм, складов ядохимикатов, скотомогильников, мест сброса сточных вод, мусорных свалок и пр.), фактического материала (расположения площадок искусственного дождевания, почвенных разрезов, участков почвенной, геоботанической, эрозионной и других съемок и пр.), карты, построенные по данным полевых съемок.

На основе базовых карт средствами ГИС-пакетов для более полной характеристики территории, а также разработки приложений, создаются *производные карты*. Так, на основе цифровой модели рельефа программными средствами ГИС могут быть построены карты уклонов, экспозиций, линий тока, продольной и поперечной кривизны склонов, оконтурены водосборы водотоков различного порядка и пр. Почвенная карта послужит основой для построения карт пространственного распределения параметров гидрологических и эрозионных моделей. Карты территориальной организации землепользования обеспечат агроландшафтное районирование территории и т. д.

Базовым масштабом картографических материалов является самый крупный из открытых масштабов топографических карт — 1:100 000. Однако для составления тематических карт отдельных участков территории могут быть использованы и более крупные масштабы. Идеальным является создание для территории стационара банка пространственных данных, имеющего иерархическую масштабную структуру.

Атрибутивные данные содержат цифровую (табличную), буквенную (текстовую) и визуальную информацию, раскрывающую и дополняющую содержание карт, а также характеризующую рассматриваемую территорию в целом.

Цифро-буквенная информация, во-первых, включает подробные легенды всех имеющихся в Банке картографических данных карт, во-вторых, — характеристики объектов, представленных на картах, такие, например, как физические и химические свойства почв, концентрация загрязнителей, дебиты источников, морфометрические характеристики оврагов, характеристики хозяйственных объектов (промышленных и сельскохозяйственных предприятий, ферм, полей и пр.), источников загрязнения и т. п. и, в-третьих, — информацию о гидрометеорологическом режиме территории по данным наблюдений на метеорологических и агрометеорологических станциях и постах, наблюдательных гидрогеологических скважинах, расположенных в пределах рассматриваемой территории или вблизи нее.

Визуальная информация представляет собой схемы и диаграммы, характеризующие пространственно-временную динамику характеристик природных или природно-хозяйственных территориальных систем, а также фотографии, в том числе аэрофото- и космоснимки и видеоролики, дающие наглядное представление о типичных или, наоборот, уникальных природных ландшафтах, отдельных природных или хозяйственных объектах.

Перечень атрибутивной информации, подлежащей отображению в Банке атрибутивных данных должен быть уточнен в процессе работы над созданием УГИС ФГС. При этом для каждой карты должны быть подготовлены перечни и формы представления атрибутивных данных.

Модели и форматы пространственных данных и способы представления атрибутивной информации в базе данных в значительной мере определяются выбором базового программного обеспечения. Учитывая участие в разработке и эксплуатации системы студентов, обучающихся по специальности “Геоинформационные системы и технологии”, общим методическим принципом для картографических данных является использование различных способов их формализации — моделей пространственных данных. Применительно к выбранному в качестве базовой ГИС-платформы пакету ArcInfo 9.x в рамках проекта предполагается использование следующих моделей пространственных данных: растровой, векторной георегиональной топологической (coverage — покрытие), векторной нетопологической (shape file — шейп-файл), треугольной нерегулярной сети (TIN) и географической базы данных (geodatabase).

Учитывая применение в рамках ЕГИС ФГС для решения отдельных задач других ГИС-пакетов (MapInfo, IDRISI, PCRaster), необходим обменный формат. В качестве такового предполагается использовать ASCII-формат, являющийся для имеющихся в наличии версий программных ГИС-пакетов наиболее универсальным обменным форматом данных.

Проект УГИС ФГС “Кринички” рассчитан на долгосрочную перспективу. Обусловлено это, с одной стороны, значительными затратами труда и времени, необходимыми для реализации проекта, с другой, открытостью создаваемой геоинформационной системы, которая будет постоянно пополняться новой информацией и новыми аналитическими модулями. В связи с этим целесообразным является выделение пилот-проекта, целью которого является разработка в ограниченные сроки (2–3 года) работоспособного ядра системы. На начальном этапе разработки УГИС ФГС относительно жесткое планирование представляется целесообразным выполнить только для пилот-проекта. Для последующего периода на данном этапе достаточно определить основные направления расширения базы данных, функциональных и аналитических возможностей УГИС, которые должны быть уточнены и конкретизированы на заключительном этапе разработки пилот-проекта с учетом выполненной работы по разработке ядра системы и уже накопленного опыта эксплуатации ее отдельных модулей.

Реализация проекта УГИС ФГС “Кринички” начата в 2006 г. и проводится на базе Учебной ГИС-лаборатории геолого-географического факультета с привлечением студентов III–V курсов в рамках выполнения курсовых и квалификационных (бакалаврских, дипломных и магистерских) работ и проведения научно-исследовательской работы на кафедре физической географии и природопользования.

Полученные результаты и их анализ

Учитывая перспективы применения ГИС УГС в учебном процессе, обеспеченность пространственной и атрибутивной информацией, характер имеющейся аналитической базы, в состав пилот-проекта было включено:

- создание базовых цифровых слоев *Банка данных* — “Рельеф”, “Почвенный покров”, “Растительный покров”, “Землепользование” и др.;
- разработка методических указаний для проведения отдельных лабораторных и практических занятий с использованием геоинформационных технологий как составной части *Банка приложений*;
- формирование тематических цифровых банков пространственно-распределенной и атрибутивной информации для обеспечения лабораторных практикумов по отдельным дисциплинам, в качестве которых на данном этапе выбраны “Информатика с основами геоинформатики, ГИС”, “Геоморфология”, “Геоинформатика” и “Основы эрозиоведения”.

Особое внимание при создании картографического банка данных было уделено созданию гидрологически корректной цифровой модели рельефа, поскольку последняя должна послужить основой не только определения морфометрических характеристик рельефа (в рамках лабораторного практикума по дисциплине “Геоморфология”), но и анализа гидрографической сети (в рамках лабораторного практикума по дисциплине “Общая гидрология”), и оценки эрозионной опасности территории (в рамках лабораторного практикума по дисциплине “Основы эрозиоведения”), и других учебных и научных задач.

В связи с этим проведено исследование точности построения ЦМР на основе цифрования горизонталей рельефа крупномасштабной топографической карты с использованием различных методов пространственной интерполяции — среднего взвешенного обратно пропорционально дистанции, радиальных базисных функций, кригинг-интерполяции, с использованием триангуляции Делоне. При этом была отработана технология ввода данных о рельефе в компьютер (“цифрования” или “дигитизирования” данных). Лучшие результаты получены при использовании метода радиальных базисных функций (рис. 2).

Для построения других базовых цифровых слоев пространственно-распределенных данных, относящихся к категории “классифицированных” (почвенная карта, карта землепользования и пр.), кроме топографической карты, использованы крупномасштабные карты из проекта внутрихозяйственного землеустройства сельскохозяйственных предприятий, космические снимки высокого и сверхвысокого пространственного разрешения с сайта Google Earth и материалы полевых исследований на территории стационара. Решение проблемы пространственного совмещения отдельных слоев пространственно-координированной информации решался при помощи набора опорных точек (“тиков”), хорошо идентифицируемых на всех информационных слоях. При этом в качестве основной была использована топографическая карта.

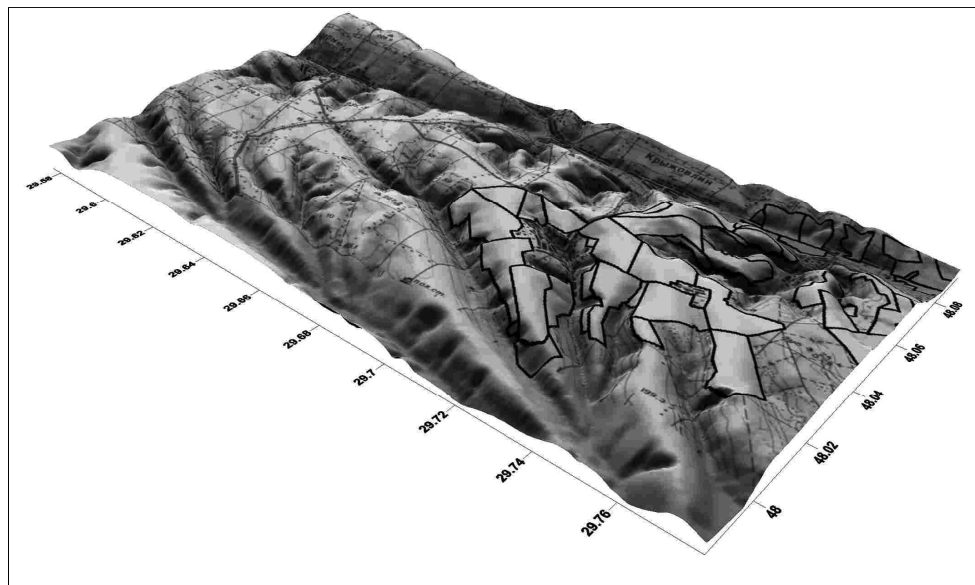


Рис. 2. Цифровая модель рельефа с наложенной картой пахотных земель КСП «Криничанское»

Пример использования УГИС ФГС «Кринички» в учебном процессе показывается рис. 3, на котором представлены маршруты и точки обследований во время учебной геоботанической практики, наложенные на карту землепользования, наглядно демонстрирующий их репрезентативность.

Созданная информационная база также уже используется при проведении лабораторных занятий по дисциплинам «Основы эрозиоведения» и «Геоморфология».

Выводы

Опыт реализации разработанной концепции учебной геоинформационной системы для территории полевого физико-географического стационара «Кринички» и в части создания банка пространственно-распределенных данных, и в части его использования в учебном процессе показал важное значение учебной ГИС в процессе подготовки географов. Безусловно, необходимо дальнейшее развитие УГИС, основные направления которой — дальнейшее наполнение банка данных и формирование банка приложений, включая создание проблемно-ориентированных массивов пространственной и атрибутивной информации, написание прикладных модулей, разработку методических указаний.

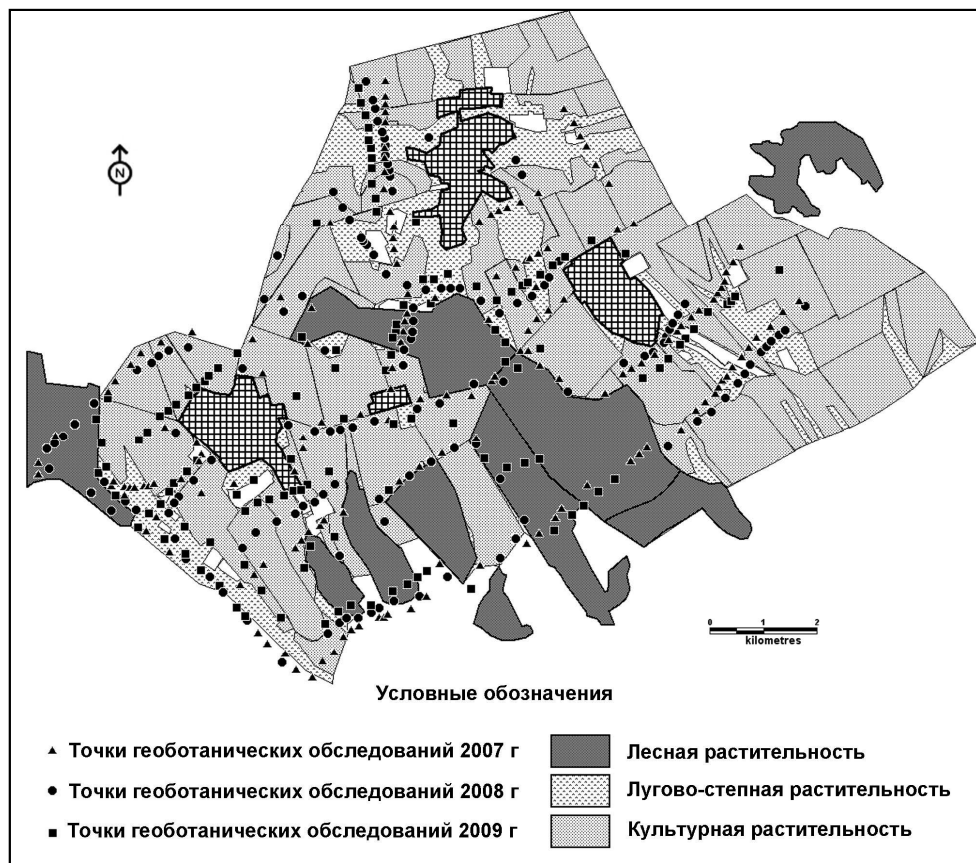


Рис. 3. Точки обследований полевой геоботанической практики 2007–2009 гг. в пределах КСП «Криничанское» (и прилегающих массивов Гослесфонда)

Литература

1. Гохман В. Познание мира через ГИС // Информационный бюллетень ГИС-Ассоциации. — http://www.Dataplus.ru/Arcrev/Number_21/1_World.html.
2. Лурье И. К. Обучающие ГИС для наук о Земле // Информационный бюллетень ГИС-ассоциации. 1998. — № 1(13). — С. 86–89.
3. Светличный А. А. Концепция геоинформационной системы учебного географического стационара // Теоретические и прикладные проблемы современной географии. Одесса: ВМВ, 2009. — С. 114–116.
4. *PCRaster manual, version 2*. — Utrecht: Faculty of Geographical Sciences Utrecht University & PCRaster Environmental Software, 1998. — 368 p.

**О. О. Світличний, С. В. Плотницький, І. І. Жанталай, Г. О. Геращенко,
О. В. Варламова, О. П. Крившенко, В. О. Бурдейна**

Одеський національний університет імені І. І. Мечникова,
кафедра фізичної географії і природокористування,
вул. Дворянська, 2, Одеса, 65082, Україна

УЧБОВА ГЕОІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ПОЛЬОВОГО ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНОГО СТАЦІОНАРУ: КОНЦЕПЦІЯ І ШЛЯХИ РЕАЛІЗАЦІЇ

Резюме

Розглянуті науково-методичні основи розробки учбової геоінформаційної системи на прикладі ГІС навчального географічного стаціонару геолого-географічного факультету Одеського національного університету ім. І. І. Мечникова, розташованого в Балтському районі Одеської області. Представлено обґрунтування апаратного, програмного і інформаційно-аналітичного комплексів учбової геоінформаційної системи і структури пілот-проекту розробки системи, запропонована програма реалізації проекту, приведені перші результати розробки учбової ГІС.

Ключові слова: учбові геоінформаційні системи, ГІС, польовий фізико-географічний стаціонар, Балтський район, Одеська область.

**A. A. Svetlitchnyi, S. V. Plotnitsky, I. I. Zantaly, A. A. Geraschenko,
O. V. Varlamova, A. P. Kryvshenko, V. O. Burdeina**

Odessa I. I. Mechnikov National University,
Department of Physical Geography and Nature Management,
Dvorianskaya St., 2, Odessa, 65082, Ukraine

EDUCATIONAL GEOINFORMATSION SYSTEM OF FIELD PHISICAL-GEOGRAPHICAL BASE: CONCEPTION AND WAYS OF REALIZATION

Summary

The scientifically-methodical bases of development of educational geoinformation system on the example of GIS of field physical-geographical base of Geological-Geographical Faculty of the Odessa I. I. Mechnicov National University which located in the Balta district of the Odessa region are considered. The substantiation of hardware, software and information-analytical complexes of the educational geoinformation system and structure of pilot-project of the system is represented, the program of realization of project is offered, first results of the development of educational GIS are cited.

Key words: educational geoinformation systems, GIS, field physical-geographical base, Balta district, Odessa region.