

УДК 631.471

UDC 631.471

**ОПЫТ ОБУЧЕНИЯ ЦИФРОВОЙ
КАРТОГРАФИИ И ГИС-ТЕХНОЛОГИЯМ
НА КАФЕДРЕ ПОЧВОВЕДЕНИЯ И ОЦЕНКИ
ЗЕМЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ ЮЖНОГО
ФЕДЕРАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА**

**EXPERIENCE OF TEACHING DIGITAL
MAPPING AND GIS-TECHNOLOGY AT THE
DEPARTMENT OF SOIL AND LAND
EVALUATION SOUTHERN FEDERAL
UNIVERSITY**

Литвинов Юрий Алексеевич
аспирант
*Южный федеральный университет,
Ростов-на-Дону, Россия*

Litvinov Yuri Alekseevich
postgraduate student
Southern federal university, Rostov-on-Don, Russia

В статье излагается опыт преподавания информационных технологий в сфере почвоведения. Предложены новые методы преподавания геоинформационных технологий. В основе методики лежит использование бесплатного программного обеспечения и свободно распространяемых материалов дистанционного зондирования Земли. Описан метод поэтапного изучения блока дисциплин, посвященных информационным технологиям в почвоведении

The article describes the experience of information education technology in the field of soil science. The new methods of GIS technology education are presented. The methodology is the use of free software and remote sensing data available from open source. The method of step by step studying of the soil science information technology courses block is described

Ключевые слова: ОПЫТ ОБУЧЕНИЯ ЦИФРОВОЙ
КАРТОГРАФИИ И
ГИС-ТЕХНОЛОГИЯМ НА КАФЕДРЕ
ПОЧВОВЕДЕНИЯ И ОЦЕНКИ ЗЕМЕЛЬНЫХ
РЕСУРСОВ ЮЖНОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО
УНИВЕРСИТЕТА

Keywords: EXPERIENCE OF TEACHING DIGITAL
MAPPING AND GIS-TECHNOLOGY AT THE
DEPARTMENT OF SOIL AND LAND
EVALUATION OF SOUTHERN FEDERAL
UNIVERSITY

Введение

В современном обществе информационные технологии проникают в различные сферы человеческой деятельности, играя в жизни общества все большую роль. Наиболее отчетливо эта тенденция проявляется в области образования. Для того чтобы быть востребованными на рынке трудовых услуг, будущие специалисты должны иметь достаточный объем теоретических знаний и практических навыков в области информационных технологий. Использование персонального компьютера, умение работать с разнообразным программным обеспечением являются для работодателя главным критерием при выборе специалиста [1, 2, 3].

Почвоведение является фундаментальной наукой, в которой, на данном этапе развития, на первое место выходят методы математической статистики, моделирования, применения геоинформационных технологий (ГИС) и баз данных (БД). На кафедре почвоведения и оценки земельных

ресурсов факультета биологических наук Южного федерального университета накоплен опыт преподавания информационных технологий в сфере почвоведения, в частности таких курсов, как цифровая картография и ГИС-технологии. Это позволило сформулировать ряд общих принципов рациональной организации учебной деятельности.

В течение всего периода обучения студенты поэтапно изучают блок дисциплин, посвященный информационным технологиям, начиная с азов работы с персональным компьютером до изучения современного программного обеспечения, такого как ГИС. Двухуровневая система образования бакалавр – магистр обусловила разделение блока дисциплин на следующие этапы [4]:

Подготовительный этап – обучение навыкам работы с персональным компьютером (ПК) и рядом бесплатных программ.

Первый этап – использование полученных знаний и умений при изучении курсов посвященных математическому моделированию, обработке растровых и векторных изображений, цифровой картографии.

Второй этап – изучение структур пространственных данных, обучение основам ГИС-технологий.

Заключительный – создание ГИС проекта.

Подготовительный и первый этап реализуются при обучении бакалавров почвоведения, является базовым и осуществляется в курсах: «Математическое моделирование», «Математические методы в почвоведении» – 2-й курс, «Математические модели в почвоведении» – 3-й курс. Второй и заключительный этапы обучения ориентированы на магистров почвоведения и изучаются на курсах: «Математическое моделирование», «Компьютерные технологии с основами моделирования почвенных процессов», «Информационные технологии в почвоведении» – 1-й курс магистратуры, «Геоинформационные системы и технологии» – 2-й курс магистратуры.

Отдельным блоком проходит повышение квалификации по программе «Базы данных почвенно-экологического мониторинга земель сельскохозяйственного назначения». Программа состоит из трех разделов: организационно-методического, содержания лекционного курса и практических занятий. Объем курса составляет 72 часа (лекции – 12, практические занятия – 60 часов). Ниже приведена программа дополнительного профессионального обучения.

I. Организационно-методический раздел

Предмет, метод и задачи курса. Междисциплинарный характер курса. Необходимость внедрения информационных технологий (ИТ) в почвоведение и специфика этого инструмента-метода. Понятие об элементарных информационных единицах почв, их эталоны и идентификация. Иерархия информационных единиц почв и почвенного покрова (разномасштабность баз данных). Приложение общей теории систем к разработке базы данных почв: почва – как полидисперсная гетерогенная система и ее элементы.

II. Содержание лекционной части курса

Разделы лекционного курса.

1. Теоретические и методологические предпосылки к формированию БД почв.
2. Элементарные информационные единицы почв и почвенного покрова. Их почвенно-генетическая и административно-территориальная ветви. Реляционные зависимости между ними.
3. «Кодификатор» базы данных. Его структура: адресная, классификационная и атрибутивная составляющие.
4. Использование БД почв для решения различных прикладных задач: учебных целей, кадастра и бонитировки почв, точного земледелия и долгосрочного почвенно-экологического мониторинга.

III. Практические занятия по курсу

Раздел 1

1. Принципы построения баз геоданных. Элементы электронной карты. Основные топологические элементы геоданных – точка, контур, растровое изображение. Правила формирования и изменения элементов топологии.
2. Понятие слоя, правила отображения и наложения слоев и топологических элементов.
3. Понятие атрибутивной информации. Описание и форматы данных.
4. Базы данных почв. Понятие реляции (отношения). Справочники (одно- и многоуровневые). Форматы данных (текст, число, порядок, выбор).

Раздел 2

Практические задачи по сбору и вводу картографической и атрибутивной информации о почвах в БД Soil Matrix с использованием различных сценариев ввода данных:

- a) Заполнение pdf – формы и экспорт внесенных данных в xml-файл;
- b) Проверка и редактирование xml-файлов в текстовом редакторе;
- c) Ввод и редактирование справочной информации через веб-интерфейс.
- d) Ввод и редактирование данных разреза, почвенного образца, земельного участка, почвенного контура через веб-интерфейс.
- e) Просмотр статистики и построение графиков. Элементы статистической обработки.

Раздел 3

1. Виды и примеры карт и картосхем. Карта спутниковой и аэрофотосъемки. Сканированные карты. Карты на бумажных

носителях. Почвенные карты (Ростовской области) и очерки к ним. Карта-схема хозяйств. Топографические карты. Оцифрованные карты и карты, хранящиеся в цифровой форме. Растровые и векторные карты.

2. Геоинформационные системы. Знакомство с ArcGIS. Топографическая основа и тематические карты Ростовской области. Слои карт. Административно-территориальное деление. Почвенная карта, карта редких растений и животных. Элементы карты – точка, полигон, растровая площадь. Определение координат и расстояний в ГИС.
3. Понятие о масштабе карт как степени детализации. Размеры элементарных деталей в миллиметрах карты, пикселях растрового изображения, отображении на экране. Точность географических координат точек в десятичных градусах и пересчет погрешности в метры. Практические упражнения по приближенному определению масштаба и разрешения карт.
4. Методика совмещения (наложения) растровых карт различного происхождения. Принцип совмещения по реперным точкам, элементам рельефа и гидрографии. Трансформация карты при наложении (вращение, перенос, координатное растягивание). Методы работы при совмещении карты и схемы.
5. Разметка растровых карт – векторизация. Принцип уточнения векторных элементов при повышении детализации карт. Расчет достаточного количества точек интерполяции при построении полигонов. Маркировка векторных элементов и привязка дополнительных данных.
6. Универсальные форматы представления геоинформационных данных. Экспорт данных. Формат KML-как подмножество формата XML. Представление геоинформационных структур (растровое

изображение, точка, полигон, дополнительные данные) в формате KML.

Практические работы:

1. Программа ArcReader. Установка на персональный компьютер. Ознакомление с почвенной и другими картами Ростовской области. Сравнение с детальной картой почв хозяйства. Экспорт карты районов в kml-формат.
2. Программа XML-Notepad. Установка. Открытие и сохранение файла. Работа со структурами данных. Редактирование и объединение геоинформационных данных. Отображение полученных результатов в ГИС Google Map.
3. Программа разметки. Установка необходимого компонента Adobe Flash Player. Техника работы с программой – изменение прозрачности слоев, установка и удаление точки, установка и удаление многоугольника, изменение границ контура, добавление и удаление точек контура, внесение дополнительной информации для точки и контура. Сохранение и восстановление записанных данных.
4. Разметка (уточнение) контура границ хозяйства. Исходные данные: векторная карта границ района, космоснимок хозяйства, топографическая карта хозяйства, почвенная карто-схема хозяйства. Индивидуальное выполнение работы. Сдача работы в виде одного kml-файла на район по электронной почте.
5. Разработка карты землеустройства хозяйства. Оцифровка границ полей, земельных участков и сельхозугодий. Исходные данные: космоснимок хозяйства, почвенная карто-схема хозяйства. Индивидуальное выполнение работы. Сдача работы в виде одного kml-файла на район по электронной почте.

6. Разметка почвенной карты хозяйства. Оцифровка почвенных контуров и разрезов. Привязка к контуру дополнительной информации из легенды. Индивидуальное выполнение работы. Сдача работы в виде одного kml-файла на район по электронной почте.

Раздел 4

Практическое применение, преимущества и перспективы СУБД и ГИС в почвоведении:

1. Совместимость почвенных баз данных и ГИС.
2. Системы точного земледелия. Задачи точного земледелия.
3. Понятие мониторинга агроландшафтов как комплексного инструмента сбора и анализа почвенных и связанных данных, изменяющихся в пространстве и времени.
4. Многомасштабное картирование и вариабельность почв.

Устанавливаемое программное обеспечение:

1. XML Notepad – Microsoft
 2. ArcReader – ArcGIS
 3. Flash Player – Adobe
 4. Программа разметки.
 5. Класс : локальная сеть, Windows 2008 server, SQL 2005 server,
- ИС 7.
6. СУБД SoilMatrix
 7. Класс: ArcGIS 9.2 4-client
 8. MS Office 2003 (2007), Adobe Reader.

Объекты и методы

На кафедре почвоведения и оценки земельных ресурсов оборудован компьютерный класс, укомплектованный современным оборудованием и

программным обеспечением. Базовым является лицензионное программное обеспечение – пакет программ MS Office, ArcGIS 9.3, Statistica. Тем не менее, в основе многих курсов лежит применение бесплатных программ: графического редактор GIMP, программы для просмотра и редактирования xml документов - XML Notepad 2007, программы для просмотра pdf файлов - Adobe Acrobat Reader, средства для просмотра и распечатки карт Arc Reader и программа Google Earth для работы с космическими снимками. Среди Интернет-ресурсов следует отметить проект кафедры почвоведения – базу данных состава и свойств почв Soil Matrix.[5, 6] Помимо этого, на кафедре творческим коллективом математиков, программистов и почвоведов создана программа для векторизации почвенных карт – Soil Contour [6]. Это простой и удобный инструмент, на котором в настоящий момент строится все обучение дисциплине «цифровая картография».

Студенты имеют возможность работать с обширной библиотекой электронных книг по почвоведению и смежным дисциплинам, находящейся на сервере компьютерного класса.

Работа в аудитории проходит в группе 8–9 человек. Практические занятия ведет преподаватель, которому ассистирует лаборант учебного класса. В процессе подготовки к уровню знаний и умений студентов применяется дифференцированный подход, поскольку в начале курсов они имеют разный уровень владения ПК. Последний уровень предполагает творческое применение полученной информации посредством выполнения индивидуальных самостоятельных работ. На этом уровне обучающийся демонстрирует умение самостоятельно выполнять научно-исследовательскую работу с применением ГИС. В соответствии с начальным уровнем подготовки студента строится его дальнейшее обучение [2, 7, 8].

Подготовительный этап. Этот этап осуществляется на базе курсов «Математическое моделирование» в течение 2-го года обучения. Основной акцент при этом делается на практические занятия, построенные на модульной основе. Каждый модуль содержит в себе теоретическую часть по изучаемому предмету и небольшое практическое занятие, которое могло бы не только закрепить полученные на занятии знания, но и приобрести опыт в работе с ПК. На подготовительном этапе закладывается основа, которая необходима для дальнейшего изучения цифровой картографии и ГИС-технологий. На занятиях студенты знакомятся со структурами данных и системой управления базами данных (СУБД), отрабатывая навыки работы с пакетом программ MS Office, а именно:

MS Excel – работа с электронными таблицами, выполнение простейших статистических операций;

MS Access – работа с реляционной СУБД, построение электронных форм и SQL-запросов.

При изучении структур данных студенты знакомятся с языком разметки xml, с которым они работают в бесплатной программе XML NotePad 2007.

Обучение навыкам работы с растровыми изображениями происходит с помощью графического редактора GIMP. Эта бесплатная альтернатива программы Photoshop проста в работе и позволяет студентам быстро освоить азы работы с растровой (и частично с векторной) графикой.

Изучение структуры почвенно-географических данных невозможно без материалов дистанционного зондирования (ДЗ). С помощью программы Google Earth обучающиеся получают навыки работы с пространственными данными. На практических занятиях они знакомятся с элементами дешифрирования космических снимков, изучают структуру стандарта представления пространственных данных kml 2.2, осуществляют географическую привязку объектов (почвенных карт, космических

снимков) на местности. Google Earth позволяет получить навыки работы с векторной графикой.

Первый этап проходит в течение 3-го года обучения на базе курса «Математическое моделирование в почвоведении». Практика на этом этапе начинает играть все большую роль. Если на 2-м курсе в ходе занятий достаточно было репродуктивной деятельности – воспроизведение по образцу под руководством преподавателя, то на 3-й год начинают появляться элементы творческой деятельности – индивидуальные задания для самостоятельной работы.

Использование методов математического моделирования требует глубоких знаний об объекте исследования – почве, поэтому студенты приступают к изучению этого курса только по окончании ряда дисциплин по специальности – «Введение в специальность», «Почвоведение» и т.д. На 3-м курсе обучающиеся осваивают такие важные курсы, как «Картография почв», «Эрозия и охрана почв», создавая тем самым основу для изучения цифровой почвенной картографии и ГИС-технологий.

В процессе занятий студенты продолжают работу с программным обеспечением, перечисленным выше, закрепляя навыки, полученные на подготовительном этапе. Изменения касаются характера занятий – они становятся более специализированными, внимание концентрируется на почвенном покрове.

Одним из важных направлений в обучении студентов является работа с «почвенным наследием» – крупномасштабными почвенными картами и архивными материалами. На этом этапе изучают работу с векторизатором Soil Contour. Программа проста в использовании, основным преимуществом являются удобный интерфейс и быстрое обучение. Работа с программой проходит по следующей схеме:

1. Студенты под руководством преподавателя подготавливают картографический материал – корректируют растровое изображение

почвенной карты и космического снимка посредством графического редактора GIMP;

2. Полученное изображение географически привязывают на местности в программе Google Earth. В результате привязки формируют kml файл, который при необходимости корректируется в программе XML NotePad 2007;

3. Изучается отчет почвенного обследования и экспликация к почвенной карте с целью формирования списка – классификатора атрибутивных данных, который вносится в программу Soil Contour;

4. Непосредственная векторизация почвенной карты.

5. Импорт данных в программу ArcMap 9.3 (на данном этапе обучения выполняется преподавателем);

6. Анализ полученных данных с использование программы Arc Reader.

Подготовительный и первый этапы предназначены для подготовки бакалавров почвоведения. Они дают возможность будущим специалистам свободно владеть ПК на уровне пользователя, знакомят с наиболее распространенными программами для обработки и визуализации результатов научно-исследовательской деятельности.

Второй этап предназначен для обучения магистров почвоведения. Он является расширенным и ориентирован на изучение структур пространственных данных, цифровое картографирование и основ ГИС-технологий. Творческая составляющая данного этапа обучения несоизмеримо возрастает по сравнению с предыдущими. Второй этап проходит на базе следующих дисциплин «Математическое моделирование», «Компьютерные технологии с основами моделирования почвенных процессов», «Информационные технологии в почвоведении» в течение 1-го года магистратуры. Особенностью этапа является полная специализация на объекте своего исследования. Каждый студент

применяет полученные навыки для решения своих научно-исследовательских задач. Причем для этого он использует весь пакет программ, по которым он проходил обучение на предыдущих этапах подготовки. Прежде всего, уделяется внимание пространственному распределению тех или иных признаков и свойств почв (Soil Contour), их статистической обработке и интерпретации (MS Excel, Access, Statistica), визуализации посредством бесплатных программ – Google Earth и пакета программ ArcGIS.

На этом этапе магистрам на практике дают возможность изучать ГИС, конкретно пакет программ ArcGis 9.3.

Результаты и обсуждения

Магистры активно участвуют в процессе пополнения БД состава и свойств почв Soil Matrix, и сохранению почвенного наследия – почвенных карт и материалов обследований.

Заключительный этап имеет исключительно творческий характер. Он заключается в создании индивидуального проекта посредством всего имеющегося пакета программ.

В качестве примера можно привести:

1. Цифровую почвенную карту равнинной части Кабардино-Балкарской Республики.
2. Цифровую почвенную карту равнинной части Республики Дагестан.
3. Цифровую почвенную карту УОХ ЮФУ «Недвиговка».
4. Цифровую карту Ростовского зоопарка.

Подобные проекты могут выполняться коллективно, в случае если объект масштабен. Таким проектам можно отнести:

1. Создание цифровой почвенной карты Ростовской области, на основе почвенной карты под редакцией С.А. Захарова 1939 г.

2. Создание цифровой почвенной карты Белокалитвенского района Ростовской области.

На базе компьютерного класса кафедры почвоведения и оценки земельных ресурсов был сформирован научно-образовательный центр (НОЦ) «Информационные технологии в почвоведении». Его целью является сохранение почвенного наследия – почвенных карт и материалов почвенных обследований.

В рамках НОЦ создана программа дополнительного профессионального образования (ДПО) «Базы данных почвенно-экологического мониторинга земель сельскохозяйственного назначения». Руководитель программы В.С. Крыщенко, заведующий кафедрой почвоведения и оценки земельных ресурсов, Заслуженный работник Высшей школы РФ, профессор, доктор биологических наук.

Основной задачей специализированной программы дополнительного образования являются подготовка и переподготовка специалистов и научных работников, направленные на решение практических задач в области почвоведения, оценки, экспертизы и охраны земельных ресурсов с помощью методов и средств цифровой почвенной картографии и ГИС-технологий. Программа ориентирована на получение теоретических и практических основ в области создания почвенных баз данных, векторизации электронных почвенных карт, основ ГИС-анализа, с освоением теоретических основ и практических аспектов выбора методов и способов сбора информации, включая методы дистанционного зондирования, для решения разномасштабных задач (от систем точного земледелия до почвенно-экологического мониторинга региона). Практической составляющей образовательной программы является освоение навыков разработки цифровых карт рельефа, карт почвенно-экологического мониторинга с использованием передовых технологий

мирового уровня, построение карт различными интерполяционными методами и выполнение пространственного геостатистического анализа.

Потенциальными потребителями являются крупные сельхозпроизводители, организации, осуществляющие почвенно-экологический мониторинг, включая рекультивацию земель в нефтегазовой промышленности, особо охраняемые природные территории и заповедники, организации, выполняющие почвенную экспертизу и учет земель сельскохозяйственного назначения, а также выпускники высших учебных заведений по направлению 03.02.13, желающие повысить уровень своей квалификации и востребованности на рынке труда.

В процессе обучения на первое место ставится практическая составляющая обучения, поэтому освоение навыков работы происходит на примере материалов по теме научного исследования стажирующегося.

В рамках дополнительного профессионального образования стажирующиеся имеют возможность применять полученные навыки в области земельного кадастра, цифровой почвенной картографии, создания агрохимических картограмм обеспеченности подвижными формами азота, фосфора и калия, построения картограмм эродированных земель и т.д. В качестве примера приведен проект мониторинга земель Арского и Заинского государственных сортоиспытательных участков Республики Татарстан.

В задачи стажировки входило:

1. Изучить принципы и методы работы с растровыми и векторными данными.
2. Создать топографическую основу ГИС-проектов, содержащую растровую модель рельефа, векторные модели границ территориально-административного деления Республики Татарстан и кадастровых планов отдельных участков, являющихся предметом исследования.

3. Произвести векторизацию и географическую привязку почвенных карто-схем Арского и Заинского государственных сортоиспытательных участков.

4. Собрать полученные данные в виде многослойной ГИС-модели, дополнить точечно-векторные элементы атрибутивной информацией, взятой из почвенно-агрохимических очерков.

5. На основе пространственно-статистического анализа данных создать карты распределения почвенных показателей и наметить план полевых испытаний для уточнения границ почвенных разновидностей.

6. Изучить функциональную среду полидисперсной системы почв в аспекте формализованных отношений физической глины с фракциями физического песка и ила к пыли.

7. Установить закономерные связи содержания гумуса с коэффициентами динамического равновесия полидисперсной системы почв.

В качестве исходных материалов были использованы:

почвенно-агрохимические очерки Заинского и Арского государственных сортоиспытательных участков;

карты-схемы почвенного покрова ГСУ;

картограммы содержания элементов питания;

цифровая модель высот с шагом в 3" (DEM SRTM);

спутниковые снимки местности Google Earth;

границы кадастровых участков из публичной карты Росреестра.

По окончании курса был выполнен и успешно сдан отчет о прохождении стажировки.

Заключение

В основе предложенной методики преподавания лежит применение материалов и программного обеспечения, находящихся в открытом

доступе. Её эффективность была проверена на опыте более чем двухлетнего преподавания курсов посвященных цифровой картографии и ГИС – технологиям. Результатами внедрения методики являются:

1. Действующая программа дополнительного образования «Базы данных почвенно-экологического мониторинга земель сельскохозяйственного назначения».

2. Методические указания и учебные пособия, выходящие по данному направлению, а именно – учебные пособие «Базы данных состава и свойств почв. Математическое моделирование в почвоведении» (электронный вариант) и методическое пособие «Методические указания к практическим занятиям по курсу «Базы данных почв и ГИС технологии».

3. Ряд ГИС-проектов, выполненных силами преподавателей и студентов кафедры.

Список литературы

1. Аминул Л.Б., Еременко О.О. Модель ГИС образования // Новые образовательные технологии и качество подготовки специалистов. – 2007. – № 1. С. 270–272.
2. Епринцев С.А., Чепелев О.А. Технология изучения ГИС-технологий в рамках курсов специальностей геоэкология и природопользование // Вестник ВГУ, серия География. Геоэкология. – 2008. – № 2. С. 199–123.
3. Щербакова Т.К., Якушев А.В. Профессиональная компетентность будущего учителя географии на основе ГИС-технологий как условие качества образования // Вестник Ставропольского государственного университета. – 2009. – № 3. С. 199–204.
4. Богословский В.А., Караваева Е.В., Ковтун Е.Н., Коршунов С.В., Котлобовский И.Б., Мелехова О.П., Родионова С.Е., Телешова И.Г. Переход российских вузов на уровневую систему подготовки кадров в соответствии с федеральными государственными образовательными стандартами: нормативно-методические аспекты. – М.: Университетская книга, 2010. – С. 50–79.
5. Крыщенко В.С., Голозубов О.М., Колесов В.В. Технология формирования баз данных состава и свойств почв. – Ростов н/Д: Изд-во Южного федерального университета. – 2008. – С. 10–36.
6. Крыщенко В.С., Татаринцева О.П., Голозубов О.М., Литвинов Ю.А. Методические указания к практическим занятиям по курсу «Базы данных почв» и «ГИС технологии» – Ростов н/Д.: Изд-во Южного федерального университета. – 2010. – С. 20–45.
7. Капустин В.Г. ГИС-технологии как инновационное средство развития географического образования в России // Педагогическое образование. – 2009. – № 3. – С. 68–73.

8. Якушев А.В. Формирование профессиональной компетентности будущего учителя географии на основе геоинформационных технологий // Казанский педагогический журнал. – 2009. – № 6. С. 65–70.