

УДК 528:061.3

Е.Е. Поморцева, Л.А. Маслий, Д.А. Конь, М.В. Сальников

Харьковский национальный университет городского хозяйства им. А.Н. Бекетова, Харьков

ОСОБЕННОСТИ ИЗУЧЕНИЯ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ В ВЫСШЕЙ ШКОЛЕ

В статье описываются особенности изучения геоинформационных систем и технологий в высшей школе. Охарактеризованы особенности дисциплин данного направления подготовки. Рассмотрена последовательность изучения дисциплин и взаимосвязи между ними. Предложенные рекомендации позволят более эффективно проводить обучение специалистов в этой области знаний и использовать уже полученные методические наработки.

Ключевые слова: геоинформационные системы, муниципальная геоинформационная система, городской адресный реестр, система управления базами данных, база геоданных, язык запросов, тедолит, нивелир, тахеометр, GPS-навигатор.

Введение

Идеология ГИС-образования строится на том, чтобы с одной стороны, обеспечить содержание читаемых дисциплин теоретическим содержанием и современным (актуальным и востребованным) практиком, и с другой стороны, использовать компьютерные технологии для организации учебного процесса. Геоинформационные системы служат средством планирования и организации топографо-геодезических работ и многих видов географических съемок.

Современную высшую школу характеризует переход к использованию новых информационных технологий. В учебном процессе активно используются электронные учебные пособия, дистанционные технологии получения образования. Эти технологии открывают новые возможности по формированию личностного потенциала и обеспечению успешности выпускника высшего учебного заведения, с точки зрения будущего трудоустройства. Процессы, свойственные всему обществу, определяют необходимость внедрения инновационных геоинформационных технологий в процесс обучения на уровне высшего образования.

Геоинформационные системы (ГИС) и геоинформационные технологии (ГИС-технологии) получили сегодня в мире самое широкое применение. ГИС активно используются для решения научных и практических задач на локальном, региональном и глобальном уровнях. ГИС-технологии применяют для комплексного изучения природно-экономического потенциала крупных регионов, инвентаризации природных ресурсов, проектирования транспортных магистралей, обеспечения безопасности человека. Нынешнее состояние общества и значительное усложнение его инфраструктуры требуют от нового поколения знаний современных средств и

методов обработки и анализа пространственной информации, методами оперативного решения задач управления, оценки и контроля изменяющихся процессов. Геоинформационные технологии предоставляют такие методы и возможности в ходе обработки информации, обеспечивающие высокую наглядность отображения разнородных данных и доступный инструментарий для анализа. ГИС обладают огромным потенциалом для анализа информации с целью принятия управленческих решений в социально-экономической сфере.

Инструментальные возможности ГИС включают простейшие картометрические операции, в том числе, вычисление расстояний между объектами, площадей объектов, абсолютных высот; выполнение операции оверлея с выявлением взаимосвязей между географическими объектами и процессами; пространственный анализ; пространственное моделирование. ГИС-технологии обеспечивают визуализацию исходных, производных или итоговых данных и результатов обработки в виде тематических географических карт. ГИС-технологии предоставляют пользователям возможности создания, отображения и анализа растровых данных. Растровые данные, или грид-данные, особенно удобны для отображения рельефа местности, осадков, температуры, плотности населения и других данных, которые можно представить в виде статистических поверхностей. Грид-данные используются также для анализа различного рода потоков по поверхности, например, поверхностного стока, а также изменений географических явлений во времени. ГИС поддерживают функции пространственного анализа: анализ близости, оверлейный анализ и пространственные операции.

Сказанное выше подчеркивает высокий образовательный потенциал ГИС технологий. Создание условий для его реализации в образовательном про-

цессе позволяет говорить о геоинформационном образовании. Во всем мире быстро развивается геоинформатика – новая отрасль науки, техники и производства. Геоинформационные технологии завоевывают все большую популярность и официальное признание в нашей стране. В ряде университетов открыты кафедры геоинформатики, ГИС, геоинформационного картографирования. В учебные программы подготовки специалистов и магистров в университетах Украины введен курс «Геоинформационные системы». Издаются монографии, научные журналы, проведены сотни научных съездов и конференций. Разрабатываются отечественные учебники и учебные пособия, учебные ГИС. Появились специалисты, получившие высшее образование в области создания и использования ГИС.

Геоинформатика сегодня – не только прикладная наука в географии, но и в геологии, геодезии, геофизике, океанологии, планетологии – словом, во всех науках о Земле и связанных с ними социально-экономических отраслях знания (экономической географии, демографии, этнографии, археологии и многих других).

Итак, ГИС-технологии значительно усиливают деятельностный аспект обучения. Учащиеся самостоятельно добывают «новые знания», одновременно усваивая новые приемы работы, транслирующие особенности современных научных методов географического познания. Они получают начальную подготовку и опыт практической деятельности с использованием современных технологий. ГИС способствуют достижению важной цели – личностному результату образования.

Перечень современных программных продуктов ГИС достаточно разнообразен и обширен. В нем можно насчитать более двух десятков программ, относящихся к профессиональным или к настольным ГИС. Среди наиболее распространенных: ГИС MapInfo Pro, Arc/INFO, ArcView GIS, GeoMedia, WinGIS и некоторые другие. Функциональные возможности этих программ, по большому счету, близки, особенно для учебных целей в рамках рассматриваемой проблемы внедрения ГИС технологий в систему географического образования. Программы ГИС имеют средства создания и редактирования цифровых векторных и растровых карт, выполнения измерений и расчетов расстояний и площадей, оверлейных операций, построения 3D-моделей, обработки растровых данных (например, данных дистанционного зондирования, в частности, цифровых космических снимков), средства тематического картографирования, подготовки карт к изданию, инструментальные средства для работы с базами данных. Вместе с тем, выбор программ для использования в учебном процессе в вузе пока опирается на субъективную оценку преподавателя. А оценка зависит во

многом от политики ведущих фирм производителей программных продуктов по продвижению их на рынок.

В соответствии со стратегией ESRI (разработчик Arc/INFO и ArcView GIS), учебные заведения и библиотеки могут приобрести распространяемые этой компанией программные продукты по льготным ценам. Кроме того, ESRI реализуют долгосрочную программу поддержки учебных заведений, направленную на развитие ГИС образования. В соответствии с этой программой учебные заведения, организующие на своей базе учебные классы и включившие ГИС-курсы в учебное расписание, могут на конкурсной основе получить необходимые программные продукты семейства ArcGIS практически бесплатно.

Принцип обучения – от простого к сложному

Именно такой подход к изучению ГИС формирует у студентов системные знания и развивает творческое мышление. Поэтому изложение блока ГИС-дисциплин в Харьковском национальном университете городского хозяйства им. А.Н. Бекетова было построено следующим образом.

На младших курсах, при прохождении дисциплин, связанных с изучением геодезических приборов, когда студент учится производить съемку с помощью данных приборов и получать координаты местности, он, можно так сказать, получает первый пласт знаний и навыков, предшествующий дальнейшему ГИС-картографированию. И получает он эти знания в ходе изучения дисциплины топография. Топография занимается моделированием земной поверхности. Это научная дисциплина, которая изучает земную поверхность в геометрическом отношении и способы моделирования этой поверхности для получения информации о местности. В ходе изучения данной дисциплины работают с моделями, которые изображают реальное пространство в уменьшенном виде. Необходимо выполнение только одного условия: модель должна обеспечить решение всех тех задач, для которых она предназначена.

Основой для любой геоинформационной системы, является карта, поэтому будущие ГИС-специалисты, начинают изучать именно топографию (один из разделов геодезии). В топографии применяются различные технические устройства, начиная от простых механических устройств (теодолиты, нивелиры) и заканчивая сложными электронными приборами. Изучение начального этапа топографии для будущих ГИС-специалистов построено от простого к сложному. Изучение земной поверхности в геометрическом отношении вызывает потребность введения понятия системы координат. Также необходимо установить некоторые линии, площади и

поверхность, по отношению к которым можно было бы производить измерения на местности. Кроме этого, необходимо изучить форму и размеры Земли, как планеты, понять принципы их измерения. Поэтому прежде, чем изучать работу и устройство основных механических геодезических приборов, студенты знакомятся и детально изучают системы координат и проекции, масштабы и виды масштабов, номенклатуру карт. Также учатся ориентироваться по готовой карте и плану местности, решать геодезические задачи (определять зависимости между прямоугольными координатами, дирекционными углами и длинами линий).

Только после изучения этих основ приступают к изучению принципиальных схем устройства угломерных приборов (теодолитов) и приборов, при помощи которых, можно определить высоту любой точки земной поверхности (нивелир). Изучают принципы измерения горизонтальных и вертикальных углов любой величины; правила и приемы нивелирной съемки; пункты геодезических опорных сетей и триангуляционные сети. При этом на каждом этапе изучения нового материала выполняются лабораторные работы.

После прохождения курса топографии, имея необходимый уровень знаний и умений, студенты приступают к полевой практике. Учебная геодезическая практика проводится с целью приобретения навыков самостоятельного выполнения полевых и камеральных работ; закрепления и углубления знаний курса геодезии (топографии). В результате прохождения практики студент осваивает приемы измерений на местности при помощи основных геодезических приборов: углов, линий и превышений точек земной поверхности с целью привязки запроектированных объектов, производства архитектурных обмеров и выполнение тахеометрической съемки. Также получают навыки составления топографического плана небольшого участка местности на основе тахеометрической съемки и решения типовых геодезических задач.

После окончания практики студент осуществляет свой первый шаг на пути становления будущего ГИС-специалиста – создает топографический план заданной местности (территории) на основании собранной и обработанной аналитическим путем информации. То есть после первого курса каждый студент может создать топографический план местности 2-3 класса сложности и 3-4 класса точности, выполненный в «бумажном виде».

В настоящее время при производстве геодезических работ активно применяются современные электронные геодезические приборы. Меняется технология полевых геодезических работ, а обработка полученных результатов производится на персональном компьютере с помощью различных про-

граммных модулей. Процесс подготовки должен давать ГИС-специалистам навыки решения геодезических задач на основе использования новейших достижений в области геодезического приборостроения.

Получив эти знания, студенты 2-го курса приступают к изучению следующего раздела геодезии, в который также входят электронные приборы: тахеометры и спутниковые геодезические GPS-навигаторы. Студенты изучают основные характеристики тахеометра, учатся подготавливать геодезический прибор к работе, приводить его в рабочее положение. Основным этапом подготовки тахеометра к измерениям является создание проекта, в результате которого будут записаны настройки инструмента и результаты измерений. Для закрепления навыков работы с тахеометром выполняются соответствующие лабораторные работы, нацеленные на изучение различных видов геодезической съемки.

На учебной полевой практике 2-го курса будущие ГИС-специалисты закрепляют и совершенствуют навыки, приобретенные за весь период обучения. На протяжении практики при выполнении геодезических работ используют точные теодолиты и нивелиры, тахеометры и GPS-навигаторы. После окончания полевых работ студенты самостоятельно проверяют записи и расчеты в составленных журналах, составляют схемы, производят математическую обработку и анализ результатов измерений, оформляют отчетные материалы.

Ценность графических материалов (планов, карт и профилей), являющихся конечным результатом геодезических съемок, в значительной мере определяется не только точностью полевых измерений и правильностью вычислительной их обработки, но и качеством графического исполнения. Именно эти навыки и прививаются студентам в ходе прохождения практик. То есть, можно сказать, что после изучения теории и прохождения практики по геодезии, после двух курсов образования, студенты готовы к освоению программных продуктов ГИС, а в дальнейшем, изучая на последующих курсах базовые предметы (картография, высшая геодезия, фотограмметрия, базы данных и другие ГИС-дисциплины), создания собственного программного ГИС-продукта – электронной карты с базой атрибутивных данных.

Было бы идеально, чтобы большую часть работы при разработке геоинформационных систем, выполнялась руками студентов, которые проходят все циклы ГИС-картографирования – от проектирования до создания тематических баз геоданных и карт.

К особой задаче ГИС-образования относится обучение управлением данными и, что более важно, приемов многомерного анализа и экспертно-оценочного анализа при оптимизации того либо

иного проекту. Поэтому при изучении блока ГИС-дисциплин на старших курсах их условно можно разбить на следующие модули: введение в ГИС; основы баз данных; проектирование баз геоданных; анализ с использованием ГИС.

Во введении в ГИС рассматриваются прообразы ГИС, историческая справка, типовая архитектура ГИС, функции базовых модулей, форматы данных, организация управления данными, базовые методы анализа данных, обзор современных ГИС-оболочек и их сравнительные характеристики, отраслевая специализация современных ГИС.

Прикладная направленность дисциплин

Содержание дисциплины «Геоинформационные системы и базы данных» достаточно типовое для студентов геоинформационных специальностей. В нее включены следующие разделы:

- базы данных (БД) и файловые системы;
- функции систем управления базами данных (СУБД);
- типовая организация СУБД;
- общие понятия реляционного подхода к организации БД;
- базисные средства манипулирования реляционными данными, проектирование реляционных БД, основы языка SQL.

В процессе изучения данной дисциплины и СУБД MS Access студенты разрабатывают законченное приложение [1]. Один из вариантов такого приложения представляет собой автоматизацию оценивания недвижимости, позволяющую не только накапливать и анализировать текущую информацию, но и автоматически вычислять стоимость недвижимости, применив сравнительный метод оценки.

Для того чтобы узнать цену сделки, в оценке недвижимости существует достаточное количество методов. Одним из них есть сравнительный. Сравнительный подход к оценке недвижимости базируется на информации о недавних сделках с аналогичными объектами на рынке и сравнении оцениваемой недвижимости с аналогами. Исходной предпосылкой применения сравнительного подхода к оценке недвижимости является наличие развитого рынка недвижимости. Основопологающим принципом сравнительного подхода к оценке недвижимости является принцип замещения, его суть в том, что при наличии на рынке нескольких схожих объектов рациональный инвестор не заплатит больше той суммы, в которую обойдется приобретение недвижимости аналогичной полезности [2].

Разработанная учебная база данных способна решить такие информационные задачи: автоматизировать процесс оценки недвижимости на основе

сравнительного метода, показать факторы, влияющие на стоимость недвижимости на примере гипотетического агентства недвижимости города. Провести учет и анализ недвижимости, выставленной на продажу, также хранить информацию о владельцах.

Эти задачи реализуются следующим образом.

- Анализ задолженностей по коммунальным платежам каждой из квартир (рис. 1).

Рис. 1. Таблица, позволяющая анализировать задолженности по платежам

- Анализ стоимости недвижимости в зависимости от её привлекательности был получен в запросе с помощью расчетов на основе сравнительного анализа (рис. 2).

Рис. 2. Таблица, позволяющая анализировать стоимость недвижимости

- Наличие полной справочной информации о владельцах и их недвижимости (от паспортных данных до задолженностей по коммунальным платежам) (рис. 3).

Рис. 3. Таблица со справочной информацией о владельцах недвижимости

- Определение качества работы риэлторов агентства недвижимости.

Рис. 4. Таблица со справочной информацией о работе риэлторов

Использование созданной базы данных и средств СУБД MS Access для анализа информации, которая изменяется каждый день из-за динамичного рынка недвижимости, положительно отразится на скорости работы и, соответственно, на удовлетворе-

нии потребностей и запросов клиентов, что позволит повысить уровень сервиса обслуживания и уровень доверия, так как цены в такой базе данных будут более точными и актуальными. Также это позволит накапливать, сохранять и анализировать результаты работы отдельных риэлторов, что делает возможным прогнозирование будущих продаж. Эти данные помогут повысить эффективность работы агентства недвижимости в целом и в полной мере удовлетворить потребности клиентов.

С развитием информационного общества и геоинформационных технологий созданная база данных может послужить началом для анализа и отображения различных зависимостей, например, между ценами недвижимости и районами города, в геоинформационных системах.

К сожалению, очень серьезно сказывается на процессе ГИС-образования отсутствие такой дисциплины как «Инженерная компьютерная графика». Современные студенты по причине полного отсутствия в школе такой дисциплины как «Черчение» не владеют так называемой «культурой черчения», что значительно тормозит освоение последующих дисциплин данного блока.

Поэтому необходимо до изучения дисциплин, связанных с изучением прикладных ГИС, изучить практические вопросы работы с картографическим изображением, графические примитивы и топологию элементов изображения.

Получить понятие о растре и векторизации по растру, поработать с типовыми библиотеками графических примитивов. Узнать способы штрихового оформления и цветовые палитры, машинные приемы реализации картографических способов изображения, разобраться с проекционным преобразованием изображений, понять слоевую структуру картографического изображения. Для этого вполне подошла бы такая система автоматизированного проектирования как AutoCAD.

Использование ГИС в дипломном проектировании

Логическим продолжением дисциплины «Геоинформационные системы и базы данных» является дисциплина «Проектирование баз геоданных». В нее включены следующие разделы:

- стандартный язык баз данных SQL;
- средства манипулирования данными;
- архитектура «клиент-сервер». Распределенные БД;
- системы баз данных, поддерживающие топологические правила;
- экспертно-оценочный анализ картографических данных.

Эта дисциплина посвящена компьютерной реализации картографического моделирования и со-

вмещения его с другими способами модельного представления географической оболочки.

В ходе изучения данной дисциплины рассматриваются вопросы моделирования природных и социально-экономических явлений в ГИС, картографические модели в ГИС и создание баз геоданных. Студенты активно используют приобретенные в процессе изучения данной дисциплины знания при разработке дипломных проектов. В частности, в проекте, связанном с разработкой муниципальной геоинформационной системы города Харькова.

Муниципальная географическая информационная (МГИС) система Харькова [3] – это комплекс организационных, технических, программных и информационных средств, позволяющий на современном уровне:

- повысить оперативность принятия и качество управленческих решений по регулированию социально-экономических процессов в Харькове;
- усилить эффективность взаимодействия органов государственной власти и местного самоуправления Харькова как между собой, так и с хозяйственными субъектами и населением Харькова;
- обеспечить целесообразно полной, достоверной и актуальной информацией все категории субъектов, принимающих управленческие и общественно значимые решения;
- сформировать новые источники поступления средств в бюджет города за счет оказания платных услуг предприятиям и населению с использованием информационных технологий [4].

В ходе работы предполагается сформировать учебную МГИС Харькова на основе кадастровых подсистем (земельной, градостроительной, недвижимости, экологической, инженерных сетей и коммуникаций), подсистем ведения реестров и функциональных подсистем, объединенных в целое и реализовать МГИС на базе программного обеспечения ArcGIS [5], которое поддерживает послойное представление данных (рис. 5).

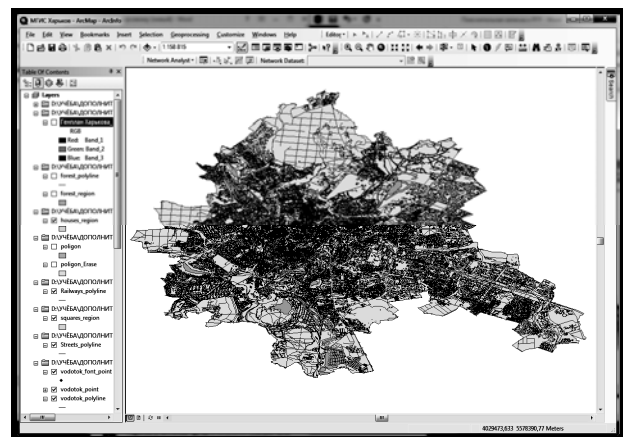


Рис. 5. Пример визуализации МГИС Харькова (базовые слои) в ArcGIS

В частности, в ходе создания дипломного проекта был создан адресный реестр, который служит единым информационным ресурсом для всех структурных подразделений администрации и организаций городского и жилищно-коммунального хозяйства, использующих адреса в своих информационных системах.

В программном продукте ArcGIS создано несколько адресных локаторов, с целью оперативного геокодирования (рис. 6).

Предполагается, что в городском исполнительном комитете будет сформирована адресная служба, обеспечивающая присвоение адресов объектам недвижимости на территории города. В результате инвентаризации адресов объектов недвижимости, почтовых адресов и других баз данных адресов в Харькове будет сформирован адресный реестр города.

После принятия соответствующей нормативной базы будет утвержден Общегородской перечень наименований улиц и населенных пунктов Харько-

ва, содержащий более 2300 записей. Эти данные будут внесены в созданный горисполкоме программный комплекс «Городской адресный реестр» (ГАР). Для задач ГАР создаётся соответствующая база геоданных (рис. 7).

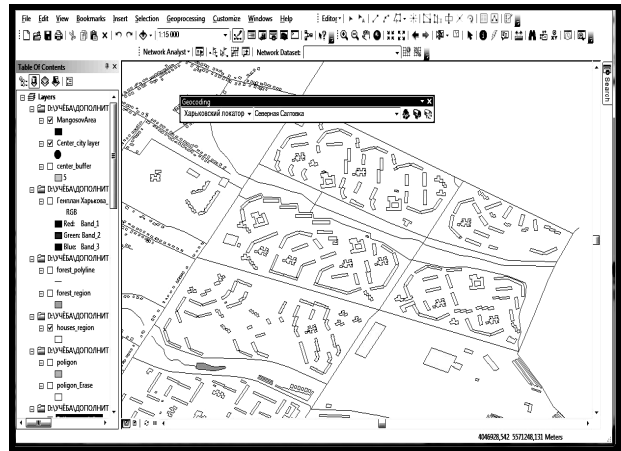


Рис. 6. Пример геокодирования жилого массива

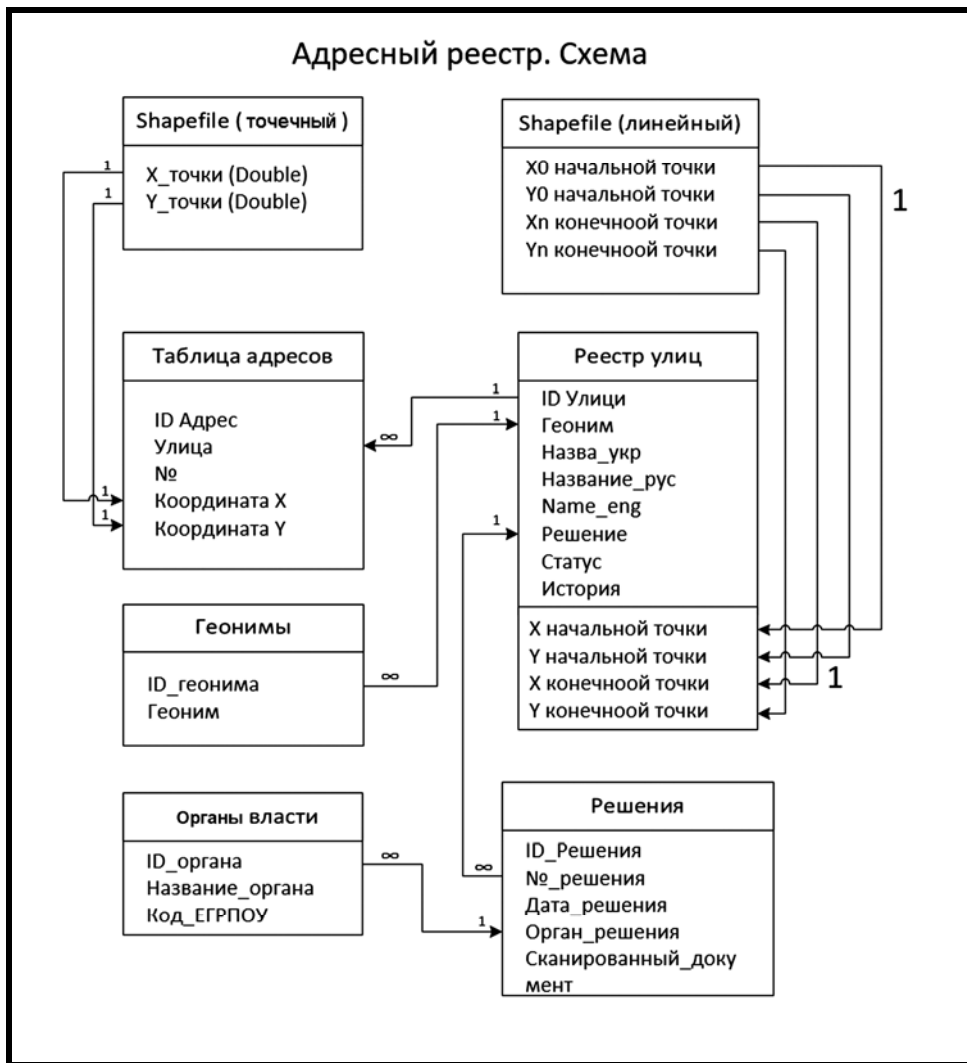


Рис. 7. Схема базы данных адресного реестра для населённого пункта

ГАР призначений для ідентифікації адресов об'єктів нерухомості в місті та використання в підсистемах муніципальної інформаційної системи, во вночі створюваних інформаційних системах підприємств та організацій, а також при модернізації існуючих систем або обміну інформацією між ними.

Сучасний досвід застосування раніше вивчених студентами програмних комплексів розглядається при вивченні таких прикладних дисциплін в магістратурі як «ГІС в моніторингу», «ГІС транспортно-навігаційні», «ГІС в управлінні територіями». При вивченні даних дисциплін розглядаються конкретні результати з української та зарубіжної практики, вирішуються прикладні задачі з використанням спеціалізованих модулів, таких ГІС-систем як ArcMap [6].

Відміння від створення електронних атласів, що представляють собою картографічну інформаційно-справочну систему, розробка класичної ГІС передбачає обладнання її бібліотекою методів аналізу в формі діючих моделей, адаптованих до використовуваного масиву даних. Як правило, базовий програмний продукт, придбаний на ринку геоінформаційних систем, потребує дообладнання його аналітичними модулями. Проблема удосконалення модулів є однією з основних, яку вирішується або придбанням спеціалізованих програм, або створенням власних модулів, що вирішують специфічні задачі в існуючих програмних продуктах. Для цих цілей служить вивчення такої дисципліни як «Програмування прикладних ГІС задач». В процесі вивчення даного предмету студенти знайомляться не тільки з базовими прийомами програмування, але й набувають навичок вирішення конкретних задач в прикладних ГІС-системах.

Висновки

Необхідність використання ГІС технологій в системі українського геоінформаційного

освіти очевидна. Очевидно і те, що ГІС необхідно розглядати як одну з важливих інноваційних ресурсів подальшого розвитку системи освіти в цілому.

Доступність матеріалів в мережі Інтернет дозволить суттєво покращити підготовку спеціалістів/магістрів за спеціальністю, порівняно з традиційним способом підвищення кваліфікації. В цьому плані хорошим підспорядком служить університетський сайт дистанційного навчання, де розміщені методичні матеріали по курсам, в тому числі і ГІС, для вільного доступу студентам. Цими матеріалами можуть вільно користуватися як студенти денного, так і заочного навчання.

Список літератури

1. Толстохатко В.А. Бази даних: проектування та використання для обліку нерухомого майна: навчальний посібник / В.А. Толстохатко, О.Є. Поморцева, І.М. Патракеєв. – Х.: Вид. ХНУМГ, 2014. – 176 с.
2. Методичні основи грошової оцінки земель в Україні: навчальний посібник / Ю.Ф. Дехтяренко, М.Г. Лихогруд, Ю.М. Манцевич, Ю.М. Палева. – К.: Профі, 2007. – 624 с., 8 іл. (переклад.)
3. Шипулін В.Д. Планування і управління ГІС-проектами: навчальний посібник / В.Д. Шипулін, Є.І. Кучеренко. – Х.: ХНАМГ, 2009. – С. 22-30.
4. Гндоян Л.Ю. Муніципальна ГІС Волгограда [Електронний ресурс] / Л.Ю. Гндоян. – Режим доступу к ресурсу: <http://www.gisa.ru/50538.html> – 14.03.2015 г. – Загл. с екрана.
5. Алтаев Ж.С. ГІС та земельний Кадастр Казахстану / Ж.С. Алтаев // ArcReview, тема номера «Земельний кадастр». – 2005. – №2 (33). – С. 7-10.
6. Сайт «ArcGIS resource» [Електронний ресурс]. – Режим доступу к сайту: <http://www.dataplus.ru/index.php> – Загол. с екрана.

Поступила в редакцію 22.12.2015

Рецензент: д-р техн. наук, проф. К.А. Метешкин, Харківський національний університет міського господарства ім. А.Н. Бекетова, Харків.

ОСОБЛИВОСТІ ВИВЧЕННЯ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ У ВИЩІЙ ШКОЛІ

О.Є. Поморцева, Л.О. Маслій, Д.О. Кінь, М.В. Сальніков

У статті описуються особливості вивчення інформаційних систем і технологій у вищій школі. Охарактеризовано особливості дисциплін даного напрямку підготовки. Розглянуто послідовність вивчення дисциплін і взаємозв'язки між ними. Запропоновані рекомендації дозволять більш ефективно проводити навчання фахівців у цій галузі знань, використовувати вже отримані методичні напрацювання.

Ключові слова: геоінформаційні системи, муніципальна геоінформаційна система, міський адресний реєстр, система управління базами даних, база геоданих, мова запитів, теодоліт, нівелір, тахеометр, GPS-навігатор.

FEATURES STUDY GEOINFORMATION SYSTEM IN THE UNIVERSITY

E.E. Pomortseva, L.O. Masliy, D.A. Kon', M.V. Salnykov

The features of the study of information systems and technologies in higher education. The features of the areas of training disciplines. The sequence of study subjects and the relationship between them. The proposed recommendations will allow for more effective training of specialists in this department to use the knowledge already received methodological developments.

Keywords: geographic information systems, municipal geographic information system, city address registry, a database management system, geodatabase, the query language inquiry, leveling, total station, GPS-navigator.