

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное агентство по образованию
Государственное образовательное учреждение высшего профессио-
нального образования Горно-Алтайский государственный университет

Географический факультет
Кафедра экономической географии

«СОГЛАСОВАНО»

Декан ГФ

_____ А.В.Бондаренко

" ____ " _____ 2009 г.

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по учебной работе

_____ Е.Е. Шваков

« ____ » _____ 2009 г.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС
учебной дисциплины
Создание геоинформационных систем в географии
По специальности 020401 «География»

Геоинформационные системы
По специальности 020802 «Природопользование»

Составитель:
к.г.м.н., доцент

Шитов А.В.

Зав. кафедрой эконом. географии

Л.В.Карплюк

Горно-Алтайск, 2009 г.

Печатается по решению редакционно-издательского совета
Горно-Алтайского государственного университета

УДК 002:372.8

ББК 60.7

М 62

Шитов А.В. Учебно-методический комплекс учебной дисциплины «Использование геоинформационных систем в географии».- Горно-Алтайск: РИО ГАГУ, 2009. –51 с.

Рецензенты:

Каранин А.В. – кандидат географических наук, ст.преподаватель кафедры экономической географии Горно-Алтайского государственного университета

Зольников И.Д. – доцент геолого-геофизического факультета Новосибирского государственного университета

Учебно-методический комплекс составлен в соответствии с требованиями государственного стандарта» и предназначен для преподавателей и студентов при подготовке специалиста «Географа» по специальности 020401 «География», может быть использовано при подготовке специалиста «Природопользователя» по специальности 020802 «Природопользование».

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
Предисловие	4
1 Квалификационная характеристика выпускника	4
2 Компетенции выпускника-географа	5
3 Рабочая программа	6
3.1 Технологическая карта учебного процесса	7
3.2 Содержание учебного курса	7
3.4 Курс лекций	13
3.5 Лабораторно-практические работы	14
3.6 Глоссарий	
3.6. Самостоятельная работа студентов	16
3.7 Методические указания к самостоятельной работе	19
3.8. Темы рефератов	16
3.9 Рекомендуемая литература	17
3.10. Оборудование и программно-методическое оборудование	17
4 Контроль знаний, умений и навыков	18
4.1. Вопросы к зачету	18
5 Контрольно-измерительные материалы	20

ПРЕДИСЛОВИЕ

Настоящий учебно-методический комплекс по курсу «Использование географических информационных систем в географии» составлен с учетом рекомендаций Научно-методического совета по географии Учебно-Методического Объединения университетов. Его структура и содержание соответствует требованиям государственного образовательного стандарта по специальности «География», утвержденного Министерством образования РФ от 10.03.2000 г. УМК может быть использовано при подготовке специалиста «Природопользователя» по специальности 020802 «Природопользование».

Учебно-методический комплекс включает в себя: квалификационную характеристику и компетенции выпускника-географа; рабочую программу с технологической картой; курс лекций, методические указания по выполнению практических работ; рекомендуемую литературу, методические указания по выполнению самостоятельной работы студентов; тематику рефератов; контрольные вопросы, выносимые на зачет; контрольно-измерительные материалы.

Квалификационная характеристика специалиста

Географ по специальностям География «020401» может занимать должности, требующие высшего профессионального образования: младшего научного сотрудника (по рекомендации вуза), инженера (№ 22446), геохимика (№ 20603), палеогеографа (№ 25457), научного редактора (№ 26039), экономиста-демографа (№ 27726), инженера-исследователя (№ 22488), инженера по охране окружающей среды (№ 22656), стажера-исследователя в области экономики (№ 26638), экскурсовода (№ 27765) и др.

При условии усвоения соответствующей образовательно-профессиональной программы педагогического профиля географ может занимать должности, относящиеся к педагогической деятельности в вузах, колледжах, общеобразовательных учреждениях и учреждениях среднего профессионального образования (должности преподавателя №25814, 25813, 25812).

Сферой профессиональной деятельности специалиста по специальности География» являются:

- проектные, изыскательские, производственные, научно-исследовательские институты, бюро, фирмы и др.;
- органы охраны природы и управления природопользованием (федеральные и региональные учреждения Министерства природных ресурсов РФ, Госкомэкологии РФ и других природоохранных ведомств и учреждений);
- общеобразовательные и специальные учебные заведения и др.

Объектами профессиональной деятельности географа являются:

- географическая оболочка, ее строение, функционирование и развитие;

- природные, природно-антропогенные, социально-экономические и территориально-производственные системы на глобальном, региональном, локальном уровнях.

Специалист по специальности География может быть подготовлен к одному из видов профессиональной практической деятельности:

- научно-исследовательской;
- проектно-производственной;
- контрольно- экспертной;
- педагогической (при условии освоения педагогической программы обучения).

Специалист должен быть подготовлен к участию:

- в проведении комплексных исследований отраслевых, региональных, национальных и глобальных географических проблем и разработке рекомендаций по их разрешению;

- в выявлении природно-ресурсного потенциала территории и возможностей его хозяйственного освоения;

- в изучении закономерностей формирования пространственных структур хозяйства и форм организации жизни общества;

- в исследовании проблем международного и внутригосударственного разделения труда;

- в географическом прогнозировании;

- в анализе частных и общих проблем использования природных условий и ресурсов, в управлении природопользованием;

- в выявлении и диагностике проблем охраны природы и систем взаимодействия общества и природы;

- в анализе и разработке рекомендаций использования зарубежного опыта в территориальной организации производительных сил, общества и природопользования;

- в проведении геополитических и геоэкономических оценок стран, мира в целом и транснациональных фирм.

Компетенции выпускника-географа

Профессиональные:

- знание исторических аспектов развития ГИС
- знание основных видов форматов данных
- знание основных проблем развития ГИС
- знание роли ГИС в развитии различных отраслей
- знание подходов к созданию слоев и карт,
- знание основной литературы, понятийно-категорийного аппарата науки,

- владеть теоретическими основами выбора и использования различных ГИС

- обладать навыками пространственного анализа информации при помощи ГИС.

Рабочая программа

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

В курсе рассматриваются предмет геоинформатики, ее структура, как раздел новых информационных технологий.

Цель курса - развить и дополнить знания студентов о понятии пространственных данных, геоинформатики, об геоинформатике как науке, о пространственных методах обработки информации.

Задачи курса:

1. развить и дополнить знания студентов, полученные в средней школе, по основам информатики;
2. рассмотреть теоретические основы геоинформатики; дать представление об геоинформатике как науке, ее месте в современном мире и в системе наук; рассмотреть взаимосвязи геоинформатики с другими науками;
3. дать представления об истории развития геоинформатики, информационных процессах, протекающих в обществе и о возможностях использования ПЭВМ для обработки пространственных данных;
4. сформировать у студентов навыки взаимодействия с программным обеспечением ГИС Arc View.

2. СОДЕРЖАНИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ОСНОВНОМУ СОДЕРЖАНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Понятие информационных технологий, систем, геоинформационных системы, общая характеристика процессов сбора, редактирования, обработки и накопления информации; технические и программные средства реализации геоинформационных процессов; модели решения функциональных и вычислительных задач; базы геоданных, атрибутивные данные; программное обеспечение и технологии программирования; векторные и растровые данные; данные дистанционного зондирования; компьютерный практикум.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОГО КУРСА

Факультет: географический
 Кафедра: экономической географии
 Семестр: 4 (географы)

№ п/п	Темы	Всего часов	Аудиторные занятия				Самост. работа
			лекции	семин. занятия	практ. занятия	лабор. работы	
МОДУЛЬ 1							
1.	Понятие геоинформационных технологий. Векторные и растровые модели данных	30	2	-	6	-	8
МОДУЛЬ 2							
2.	Программное обеспечение ГИС. Векторные и растровые данные	20	4	-	9	-	16
МОДУЛЬ 3							
3.	Базы геоданных, атрибутивные данные	10	2	-	9	-	8
МОДУЛЬ 4							
4.	Обработка данных, создание тематических карт	20	2	-	6	-	8
Форма итогового контроля	зачет						

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОГО КУРСА

Факультет: географический
 Кафедра: экономической географии
 Семестр: 5 (природопользователи)

№ п/п	Темы	Всего часов	Аудиторные занятия				Самост. работа
			лекции	семин. занятия	практ. занятия	лабор. работы	
МОДУЛЬ 1							
1.	Понятие геоинформационных технологий. Векторные и растровые	30	2	-	6	-	8

	модели данных						
МОДУЛЬ 2							
2.	Программное обеспечение ГИС. Векторные и растровые данные	20	4	-	9	-	16
МОДУЛЬ 3							
3.	Базы геоданных, атрибутивные данные	10	2	-	9	-	8
МОДУЛЬ 4							
4.	Обработка данных, создание тематических карт	20	2	-	3	-	8
МОДУЛЬ 5							
5.	ГИС в экологии	20	10	-	3	-	10
Форма итогового контроля		зачет					

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО КУРСА

Тема 1 (2 часа)

Предмет и задачи геоинформатики. История развития геоинформатики.

Содержание: Место геоинформатики в системе наук, её связь с другими науками. Понятие пространственных данных, их виды и свойства. Кодирование информации: символьной, числовой, графической. Предмет и задачи геоинформатики.

"Географическая информационная система" - это совокупность аппаратно-программных средств и алгоритмических процедур, предназначенных для сбора, ввода, хранения, математико-картографического моделирования и образного представления геопространственной информации.

А.Симонов ("Агроэкологическая картография", 1991)

•"Геопространственные данные" означают информацию, которая идентифицирует географическое местоположение и свойства естественных или искусственно созданных объектов, а также их границ на земле. Эта информация может быть получена с помощью (помимо иных путей), дистанционного зондирования, картографирования и различных видов съемок.

Географические данные содержат четыре интегрированных компонента:

- местоположение,
- свойства и характеристики,
- пространственные отношения,
- время

Тема 2 (2 часа)

Виды данных.

Содержание: Векторные и растровые данные.

Растровая модель данных: разбивает всю изучаемую территорию на элементы регулярной сетки или ячейки; каждая ячейка содержит только одно значение; Является пространственно заполненной, поскольку каждое местоположение на изучаемой территории соответствует ячейке растра, иными словами – растровая модель оперирует элементарными местоположениями.

Векторная модель данных: основана на векторах (направленных отрезках прямых). Базовым примитивом является точка. Объекты создаются путем соединения точек прямыми линиями или дугами. Площади определяются набором линий. Представляет собой объектно-ориентированную систему

Тема 3 (2 часа)

Программное обеспечение ГИС.

Содержание: Классификация программного обеспечения (ПО). Базовое ПО. Операционные системы: назначение и состав. Служебное ПО: назначение и классификация.

Классические ГИС профессионального уровня. Intergraph. Системные вопросы. Технологические вопросы. ArcView . ARC/GIS. Классические ГИС настольного типа. Atlas GIS. MAPINFO. Панорама. Организация работы с ГИС. Организация работы в сети. Инсталлирование и конфигурирование системы. Организация защиты информации.

Тема 4 (4 часа)

Виды векторных данных

Содержание: Общие сведения о векторных данных. Методы и приемы работы с векторными данными.

Типы векторных объектов. *Безразмерные типы объектов.* Точка — определяет геометрическое местоположение. Узел – топологический переход или конечная точка, также может определять местоположение. *Одномерные типы объектов.* Линия – одномерный объект. Линейный сегмент – прямая линия между двумя точками. Строка – последовательность линейных сегментов. Дуга – геометрическое место точек, которые формируют кривую определенную математической функцией Связь – соединение между двумя узлами. Направленная связь – связь с одним определенным направлением. Цепочка – направленная

последовательность непересекающихся линейных сегментов или дуг с узлами на их концах. Кольцо – последовательность непересекающихся цепочек, строк, связей или замкнутых дуг. *Двумерные типы объектов.* Область — ограниченный непрерывный объект, который может включать или не включать в себя собственную границу. Внутренняя область – область, которая не включает собственную границу. Полигон – область, состоящая из внутренней области, одного внешнего кольца и нескольких непересекающихся, не вложенных внутренних колец Пиксель – элемент изображения, который является самым малым неделимым элементом изображения

Тема 5 (4 часа)

Растровые данные.

Содержание: Основные понятия, особенности растровых данных.

Разрешение - минимальная линейная размерность наименьшей единицы географического пространства, для которой могут быть приведены какие-либо данные. В растровой модели данных наименьшей единицей для большинства систем выступает квадрат или прямоугольник. Такие единицы известны как сетка, ячейка или пиксель Множество ячеек образует решетку, растр, матрицу.

Площадной контур (Зона) - набор смежных местоположений одинакового свойства. Термин класс или район часто используется в отношении всех самостоятельных зон, которые имеют одинаковые свойства. Основными компонентами зоны являются ее значение и местоположения.

Тема 6 (2 часа)

Базы геоданных, атрибутивные данные.

Содержание: основные понятия баз геоданных. Свойства полей атрибутивных данных. Типы данных.

Элементы действительности, смоделированные в базе данных ГИС имеют два тождества реальный объект и смоделированный объект (объект БД). Реальный объект – явление окружающего мира, представляющее интерес, которое не может быть более подразделено на явления того же самого типа. Объект БД – элемент, в том виде, в каком он представлен в базе данных Объект БД является цифровым представлением целого или части реального объекта. Метод цифрового представления явления изменяется исходя из базового масштаба и ряда других факторов.

Каждый тип реального объекта представляется определенными пространственными объектами базы данных. Пространственные объекты могут быть сгруппированы в слои, также называемые оверлеями, покрытиями или темами. Один слой может представлять одиночный тип объекта или группу концептуально связанных типов.

Тема 7 (2 часа)

Обработка данных.

Содержание: Возможности ГИС для обработки пространственных данных.

Пространственные данные состоят из цифровых представлений реально существующих дискретных пространственных объектов. Свойства, показанные на карте, например, озера, здания, контуры, должны пониматься как дискретные объекты. Содержание карты может быть зафиксировано в базе данных, путем превращения свойств карты в пространственные объекты. Многие свойства, которые показаны на карте, на самом деле виртуальны. Например, контуры или границы реально не существуют, но здания и озера – реальные объекты.

Пространственные запросы - запросы к графическим объектам - являются одной из главных задач любой ГИС. Самый простой и известный из них - ручное выделение объектов на карте, когда Вы "мышью" выделяете один или несколько объектов. При этом подсвечиваются объекты, а также связанные с ними записи атрибутивной таблицы. Более же серьезные задачи решаются с помощью операций определения пространственного положения объектов(лежит внутри, лежит вне, включает,пересекает) относительно друг друга и относительно буферных зон .

Оверлейные операции заключаются в частичном или полном пересечении нескольких объектов на карте. Что с чем пересекается, задается при организации запроса, и попавшие под условие пересечения объекты выделяются на карте (а связанная с ними атрибутивная информация - в таблице). Пересечение - частный случай, может быть задано полное попадание объекта в объект, пересечение на заданный процент площади и т.д.

Буферные зоны организуются логически вокруг графических объектов. Для точки буфером будет обычно круг, для линии и полигона - полигон. Буфер сам не является обычно объектом карты, он лишь служит для выделения пересекавших его или целиком лежащих в нем объектов, то есть работает, в конечном счете, с помощью оверлеев. Хотя в отдельных системах можно и создать графический объект из буферной зоны

Общие аналитические операции с точечными, линейными и площадными объектами: операции переструктуризации данных, трансформация проекций и изменение систем координат, операции вычислительной геометрии, оверлейные операции, операции с рельефом, операции на графах и сетях, интерполяция точечных данных в поверхности. Моделирование в ГИС: статистические модели снижения размерности многомерных массивов пространственных данных, классификации пространственных объектов по комплексу показателей; имитационные модели оценки динамики развития процессов; различного вида оптимизационные и эвристические модели. Многовариантные и диалоговые подходы к моделированию процессов и явлений в ГИС. Цифровые модели местности: методы построения ЦММ, свойства ЦММ.

Тема 8 (2 часа)

Создание тематических карт.

Содержание: Возможности ГИС для создания тематических карт.

Пример реализации ГИС (ГИС "Республика Алтай")

Основной замысел системы - создать информационную систему, с помощью которой производится сбор и обработка информации о состоянии ресурсов Республики Алтай, социально-экономической характеристике, что позволяет руководителям и специалистам комитетов принимать решения по управлению ресурсами республики. Изучение объекта, в том числе по информации, накопленной у субъектов, наблюдающих за состоянием соответствующих параметров функционирования объекта. Сбор ретроспективной информации (картографической, табличной, текстовой), ее анализ и формирование документов по изученности объекта. Изучение субъектов, принимающих решения: анализ организационной, функциональной структур (до процедур принятия решений и их информационного обеспечения), информационные потоки существующие и прогнозируемые в условиях функционирования автоматизированной информационной системы.

Тема 9 (2 часа)

Данные дистанционного зондирования.

Содержание: Особенности ДДЗЗ, способы получения ДДЗ.

Дистанционное зондирование (ДЗ) можно представить как процесс, посредством которого собирается информация об объекте, территории или явлении без непосредственного контакта с ним. Методы ДЗ основаны на регистрации в аналоговой или цифровой форме отраженного или собственного электромагнитного излучения участков поверхности в широком спектральном диапазоне. Космическое зондирование, интенсивно развивающиеся в последние десятилетия, предоставило наукам о Земле новые возможности для исследования земной поверхности. За этот период существенно возросли объем, разнообразие и качество материалов ДЗ. К настоящему времени накоплен огромный фонд (более 100 миллионов) аэрокосмических снимков, полностью покрывающих всю поверхность Земли, а для значительной части районов с многократным перекрытием.

Часть данных ДЗ (ДДЗ) сразу поступает в цифровом виде, что позволяет непосредственно использовать для их обработки современные компьютерные технологии. Снимки на фотоносителях могут быть преобразованы в цифровую растровую форму представления с помощью специальных сканирующих устройств (сканеров). Цифровое изображение в форме растра представляет из себя матрицу чисел. Каждый элемент этой матрицы, называемый пикселом, отвечает какой-либо характеристике (отражательной способности, температуре и т.д.) участка местности в определенной зоне электромагнитного спектра. Следует отметить, что размер этого участка зависит от разрешения снимка. Данные многозональной съемки в цифровом виде можно рассматривать как многомерную матрицу, в этом случае каждому участку поверхности будет соответствовать целый набор значений, называемый вектором характеристик. Следует отметить, что ос-

новные методы тематической обработки ДДЗ, специфичные для многозональной съемки, основаны на операциях с многомерными матрицами.

Тема 10 (4 час)

Обработка ДДЗ.

Содержание: Анализ аналоговых и цифровых ДДЗ.

Системы для обработки ДДЗ появились фактически в результате дальнейшего качественного развития программных средств, предназначенных для цифровой обработки изображений общего назначения (графических редакторов) таких, как PhotoStyler, PhotoShop и т. п. Оба класса систем имеют много общего: работают с растровой моделью данных, используют базирующиеся на аналогичном математическом аппарате методы обработки изображений. Однако следует отметить ряд существенных отличий, связанных со спецификой данных зондирования:

- ДДЗ – это файлы весьма большого объема, для эффективной работы с которыми, необходимы специальные средства, в том числе особые форматы данных.

- ДДЗ – это многомерные данные, число и параметры спектральных зон съемки которых не позволяют трактовать их как RGB изображения, кроме того, могут использоваться еще и другие координаты измерения (например, время).

- ДДЗ нуждаются в предварительной геометрической, радиометрической и радиационной коррекции.

- ДДЗ – это пространственная информация, имеющая, как правило, координатную привязку.

- Возможность быстрого перехода от предварительной обработки и тематического дешифрирования к выполнению операций моделирования и пространственного анализа средствами геоинформационных систем (интеграция в ГИС).

Цифровую обработку ДДЗ можно разделить на следующие основные (типовые) группы операций:

- Восстановление или коррекция.
- Предварительная обработка.
- Классификация.
- Преобразование изображений.
- Специализированная тематическая обработка.

Тема 11. ГИС и экология

В условиях возрастающего антропогенного воздействия на окружающую природную среду с особой остротой встает задача анализа и оценки состояния компонентов окружающей природной среды. Положение усугубляется и за счет неадекватной реакции различных экосистем и ландшафтов на поступление продуктов человеческой деятельности. Существующие традиционные методы анализа экологической ситуации (стати-

стические, имитационного моделирования) в условиях синергизма многочисленных факторов окружающей природной среды часто не дают должного эффекта или вызывают большие технические трудности при их реализации.

Использование информационного подхода, базирующегося на новых информационных технологиях (геоинформационных и экспертных системах), позволяет не только количественно описать процессы, происходящие в сложных эко- и геосистемах, но и, смоделировав механизмы этих процессов, научно обосновать методы оценки состояния различных компонентов окружающей природной среды.

К числу наиболее актуальных задач в данной области следует отнести прежде всего задачу создания нового и/или адаптации существующего в других областях знаний программного обеспечения (геоинформационных, информационно-советующих и экспертных систем), позволяющего обрабатывать огромные потоки информации, оценивать реальное состояние экосистем и на этой базе рассчитывать оптимальные варианты допустимого антропогенного воздействия на окружающую среду в целях рационального природопользования.

Анализ экологической информации включает [Ю.А.Израэль 1984]:

- анализ эффектов воздействия различных факторов на окружающую среду (выявление критических факторов воздействия и наиболее чувствительных элементов биосферы);
- определение допустимых экологических воздействий и нагрузок на компоненты окружающей среды с учетом комплексного и комбинированного воздействия на экосистему;
- определение допустимых нагрузок на регион с эколого-экономических позиций.

Этапы информационного анализа экологической информации включают следующие стадии:

- 1) сбор информации о состоянии окружающей среды:
экспедиционные исследования; стационарные исследования;
аэровизуальные наблюдения; дистанционное зондирование; космическая и аэрофотосъемка; тематическое картографирование; гидрометеорологические наблюдения; система мониторинга; литературные, фоновые и архивные данные;
- 2) первичная обработка и структуризация:
кодирование информации; преобразование в машинную форму; цифрование картографического материала; обработка изображений; структуризация данных; приведение данных к стандартному формату;
- 3) заполнение базы данных и статистический анализ:
выбор логической организации данных; заполнение базы данных и редактирование; интерполяция и экстраполяция недостающих данных; статистическая обработка данных; анализ закономерностей в поведении данных, выявление трендов и доверительных интервалов;

- 4) моделирование поведения экосистем:
использование усложняющихся моделей; варьирование граничными условиями; имитация поведения экосистем при единичных воздействиях; картографическое моделирование; исследование диапазонов отклика при различных воздействиях;
- 5) экспертное оценивание:
оценка диапазонов изменения воздействий на экосистемы; оценка поведения экосистем при различных воздействиях по принципу «слабого звена»;
- б) анализ неопределенности:
входных данных; параметров моделей; результатов моделирования; величин экспертных оценок;
- 7) выявление закономерностей и прогнозирование экологических последствий:
разработка возможных сценариев поведения экосистем; прогнозирование поведения экосистем; оценка результатов различных сценариев;
- 8) принятие решений по ограничению воздействий на окружающую природную среду:
выработка «щадящих» (сберегающих) стратегий сокращения воздействий на окружающую природную среду; обоснование выбранных решений (экологическое и социально-экономическое).

Экспертно-моделирующая геоинформационная система (ЭМ ГИС) представляет собой объединение общим пользовательским интерфейсом обычной ГИС с оболочкой экспертной системы и блоком математического моделирования.

Критические нагрузки (КН) на экосистемы — это «максимальное выпадение подкисляющих соединений, не вызывающее в течение длительного периода вредных последствий для структуры и функций этих экосистем» [I.Nilsson, P.Grennfelt, 1988]. Критические нагрузки являются индикатором устойчивости экосистем. Они обеспечивают значение максимально «разрешимой» нагрузки загрязняющего вещества, при которой практически не происходит разрушения биогеохимической структуры экосистемы. Чувствительность экосистемы например, к кислотным выпадениям может быть определена измерением или оцениванием определенных физических или химических параметров экосистемы; тем самым может быть идентифицирован уровень кислотных выпадений, который не оказывает или оказывает крайне незначительное влияние на эту чувствительность.

В настоящий момент экологические ГИС представляют собой сложные информационные системы, включающую мощную операционную систему, интерфейс пользователя, системы ведения баз данных и отображения экологической информации. Требования к экологической ГИС созвучны требованиям к идеальной ГИС, предложенной в работе [Т. P.Smieth и др., 1987]:

- 1) возможность обработки массивов покомпонентной гетерогенной пространственно-координированной информации;
- 2) способность поддерживать базы данных для широкого класса географических объектов;
- 3) возможность диалогового режима работы пользователя;
- 4) гибкая конфигурация системы, возможность быстрой настройки системы на решение разнообразных задач;
- 5) способность «воспринимать» и обрабатывать пространственные особенности геоэкологических ситуаций.

Большое значение имеет способность современных ГИС преобразовывать имеющуюся экологическую информацию с помощью различных моделей (способность к синтезу).

Принципиальное отличие ГИС от экологических баз данных состоит в их пространственном расположении благодаря использованию картографической основы [В. С. Давыдчук и др., 1988]. Поэтому в задачах оценки состояния окружающей природной среды необходим переход с использованием ГИС от биогеоценотического уровня рассмотрения проблемы к ландшафтному. При этом в качестве основы ГИС используется ландшафтная карта, по которой в автоматизированном режиме строится серия частных карт, характеризующих основные компоненты ландшафта. Следует подчеркнуть, что экологическое картографирование не сводится к покомпонентному картографированию природной организации региона и распределения антропогенной нагрузки. Не следует также думать, что экологическое картографирование представляет собой набор карт по величинам ПДК различных загрязняющих веществ. Под экологическим картографированием прежде всего понимается способ визуализации результатов экологической экспертизы, выполненной на качественно новых подходах. Поэтому очень важна синтезирующая роль этого способа представления информации.

Использование ГИС-технологий в экологии подразумевает широкое применение различного вида моделей (в первую очередь имеющих экологическую направленность). Поскольку экологическое картографирование окружающей природной среды опирается на представление о биогеохимических основах миграции загрязняющих веществ в природных средах, при создании ГИС для этих целей наряду с экологическими моделями требуется построение моделей, реализованных на принципах и подходах географических наук (гидрологии, метеорологии, геохимии ландшафта и др.). Тем самым модельная часть ГИС развивается в двух направлениях:

- 1) математические модели динамики процессов миграции вещества;
- 2) алгоритмы автоматизированного представления модельных результатов в виде тематических карт.

В качестве примера моделей первой группы отметим модели поверхностного стока и смыва, инфильтрационного питания грунтовых вод, русловых процессов и т.д. Типичными представителями второй группы яв-

ляются алгоритмы построения контуров, вычисления площадей и определения расстояний.

Используя описанную методологию, мы разработали концепцию экологической ГИС [М.Я.Козлов, 1999], которая была абонирована на двух масштабных уровнях: локальном и региональном. Первый использовался для обработки и визуализации информации, хранящейся в банке данных экологического мониторинга для Московской области. Это послужило основой разработанной затем экспертно-моделирующей ГИС для определения параметров экологически допустимого воздействия на агроландшафты Московской области.

Работа экологической ГИС на региональном уровне была продемонстрирована при картографировании критических нагрузок серы и азота на экосистемы европейской части России и оценке устойчивости экосистем и ландшафтов Таиланда к кислотным выпадениям.

Задача количественной оценки факторов окружающей природной среды при анализе материалов экологического мониторинга имеет следующие особенности:

1) предпочтительна информация, имеющая площадной характер (полигоны и связанные с ними атрибуты). Информация, связанная с точечными объектами, используется как вспомогательная;

2) необходима оценка погрешностей хранящихся данных. Наряду с относительно точными картографическими данными присутствуют результаты замеров в различных точках (чаще по нерегулярной сетке), значения которых не точны;

3) применимы как точные математические модели, позволяющие строить прогнозы на базе решения сеточных уравнений, так и размытые экспертные правила, построенные на вероятностной основе;

4) неизвестно, сколько тематических атрибутов потребуется эксперту-специалисту для проведения оценок факторов. Возможно, не понадобится вся хранимая в базе информация, но взамен предпочтительно увеличить скорость выполнения запросов;

5) запросы к базе данных в основном двух типов (дать список атрибутов, характеризующих данную точку на карте; высветить области на карте, обладающие необходимыми свойствами).

Исходя из этих особенностей, разрабатывалась модульная система, ядром которой являлась картографическая база данных. Был предусмотрен интерфейс, позволяющий работать с системой как специалисту-пользователю, так и экспертно-моделирующей надстройке. Последнее необходимо по двум причинам. Во-первых, с целью использования пространственной информации для моделирования процессов переноса загрязняющих веществ (ЗВ) с помощью моделей, непосредственно не входящих в разработанную систему. Во-вторых, для использования экспертных оценок, компенсирующих неполноту, неточность и противоречивость результатов экологического мониторинга. Устройство разработанной ло-

гической модели для картографической базы данных характеризуется следующими особенностями.

1. Любую карту можно представить как пакет прозрачных листов, каждый из которых имеет одну и ту же координатную привязку. Каждый из таких листов разбивается по одному из картографируемых признаков. Один лист показывает, например, только типы почв, другой — только реки и т.д. Каждому из таких листов в базе данных отвечает класс агрегатов данных, где каждый объект данного класса описывает одну конкретную область с приписанным к ней атрибутом. Таким образом, база данных на верхнем уровне представляет собой дерево, верхние узлы которого представляют классы, а нижние — конкретные объекты классов. В любой момент можно добавить в базу или удалить из базы один или несколько классов агрегатов данных. С точки зрения модели — вставить или вытащить из пакета один или несколько листов.

2. База данных отвечает на оба типа необходимых запросов. Типы запросов легко представить, пользуясь иллюстрацией пакета прозрачных листов. Запрос об атрибутах точки соответствует «прокалыванию» пакета в необходимом месте и рассмотрению, где проколот каждый лист. Интерпретация запроса второго типа также очевидна. Особенность состоит в том, что результатом выполнения запроса о нахождении областей является полноправный класс, т.е. еще один прозрачный лист пакета листов, образующих карту. Это свойство позволяет экспертным надстройкам обрабатывать слои карты, полученные после выполнения запроса, так же как и простые слои.

3. Информация о точечных замерах хранится в базе в виде отношений «координаты-атрибут», но при использовании в конкретном приложении переводится в полигонную форму путем интерполяции, например, базируясь на мозаиках Вороного.

4. Информация о строго точечных объектах — триангуляционных знаках, колодцах и т. д. хранится в агрегатах данных с фиксированным числом возможных тематических атрибутов.

5. Линейные объекты хранятся как сеть с описанием топологии сети.

Таким образом, база данных ориентирована прежде всего на экономное хранение и эффективную обработку данных, имеющих характер полигонов (областей). Поскольку каждый лист картографируется только по одному атрибуту, он разбивается на довольно большие участки, что ускоряет выполнение запросов первого типа, которые являются типичными для численного моделирования на сетке.

Отдельно стоит сказать о вводе карт. Оцифровка карт с помощью дигитайзера дает очень высокую точность и является самым распространенным способом в экологических исследованиях до настоящего времени. Однако такой метод требует значительных и реальных и денежных затрат. Практика последнего времени убеждает, что для целей оцифровки удобнее применять сканер. Кар-И инки, полученные со сканера, оцифровываются с помощью курсора мыши на экране компьютера. Этот метод позволяет:

— дать конечному пользователю самому определять необходимую точность оцифровки изображений, так как сканер высокого разрешения позволяет вывести на экран сильно увеличенное изображение цифруемой картинки, что дает возможность обеспечить практически ту же точность, что и при изготовлении карты;

— уменьшить сложность ввода изображения, связанную с необходимостью помнить, какая часть изображения уже оцифрована.

Экологическая информация должна быть структурирована так, чтобы ей было удобно пользоваться как для анализа сложившейся экологической ситуации, так и для принятия решений и выдачи рекомендаций по реализации этих решений в целях рационального природопользования. Структурированная информация составляет основу информационного обеспечения, которое интегративно и состоит из следующих блоков:

— блок данных природной организации территории, содержащий сведения о почвенно-геологической, гидрохимической, гидрогеологической, растительной характеристиках территории, местном климате, а также оценку факторов самоочищения ландшафтов;

— блок данных о техногенных потоках в регионе, их источниках, характере взаимодействия с транзитными и депонирующими средами;

— блок нормативной информации, содержащий совокупность экологических, эколого-технических, санитарно-гигиенических нормативов, а также нормативов размещения загрязняющих производств в природных системах.

Эти блоки составляют каркас регионального банка данных, необходимых для принятия экологически обоснованных решений в целях рационального природопользования.

Описанные блоки информационного обеспечения, как отмечалось, включают десятки и даже сотни параметров. Поэтому при формировании региональных ГИС, где количество типов экосистем составляет сотни и даже тысячи, размерность информационных массивов резко возрастает. Тем не менее, простое увеличение объемов хранимых данных не создает таких трудностей, как расширение тематического содержания данных. Поскольку информация в ГИС хранится в единой информационной среде, предполагающей общность процессов поиска и выборки данных, то любое включение новых тематических данных предполагает реструктуризацию информации, включающую классификацию, определение взаимозависимости, иерархичности, пространственно-временного масштаба параметров различных компонентов экосистем.

Ранее отмечалось, что экологические базы данных составляют основу современной ГИС, причем такие базы данных содержат как пространственную, так и тематическую информацию. Многоцелевое назначение ГИС предъявляет ряд требований к методам построения баз данных и систем управления этими базами. Ведущая роль в формировании баз данных отводится тематическим картам. В силу специфики решаемых задач и требований по детальности прорабатываемых вопросов основу баз данных со-

ставляют средне- и крупномасштабные карты, а также их тематическое наполнение.

Необходимость решения разнообразных задач экологического нормирования и почвенно-экологического прогнозирования, включая изучение миграции загрязняющих веществ во всех природных средах, требует сбора и ввода в банк данных информации по всем компонентам природной среды. Это традиционный путь построения современных ГИС, где вся информация хранится в виде отдельных слоев (каждый слой представляет отдельный компонент окружающей среды или его элемент). Основу таких ГИС составляет, например, карта рельефа [В. В. Бугровский и др., 1986], над которой надстраивается система карт отдельных компонентов (почва, растительность и т.д.). Вместе с тем отдельные компоненты не могут дать полного представления о природе региона. В частности, простое совмещение различных покомпонентных карт не дает знаний о ландшафтной структуре региона. Попытки построения карт геосистем или ландшафтной карты путем совмещения отдельных частей карт неизбежно сталкиваются с трудностью взаимоувязки и взаимосогласования контурной и содержательной части отдельных карт, выполненных, как правило, на разных принципах. Естественно, что автоматизация такой процедуры сталкивается с массой сложностей. Поэтому для формирования банков данных в структуре ГИС, где разнообразие экосистем и ландшафтов играет решающую роль в изучении динамики природных процессов и явлений, целесообразно в качестве основы формирования ГИС выбрать ландшафтную модель территории, которая включает в себя блоки для отдельных компонентов экосистем и ландшафтов (почва, растительность и т.д.).

Такой подход был использован при создании ГИС на территории Киевской области [В.С.Давыдчук, В.Г.Линник, 1989]. В этом случае ландшафтному блоку ГИС отводится ведущее значение в организации ГИС.

Ландшафтная карта дополняет ряд покомпонентных карт (литология, растительность и др.). В итоге отпадает необходимость в сведении покомпонентных карт к единой контурной и содержательной основе, а также вместо ряда покомпонентных карт в банк данных иногда вводится только одна ландшафтная карта, что существенно экономит подготовительные работы по вводу карты в ЭВМ и размер дисковой памяти под оцифрованные данные.

Ландшафтная карта дает только обобщенное представление о структуре геосистем и ее компонентов. Поэтому в зависимости от характера решаемых задач используются также другие тематические карты, например, гидрологическая, почвенная. Ландшафтный блок ГИС в таком случае выполняет роль инварианта логической структуры, т. е. вся поступающая новая картографическая информация должна быть «уложена» в структуру выделенных контуров экосистем. Это обеспечивает возможность единообразного использования различных покомпонентных карт.

Особое место в ГИС отводится цифровой модели местности (ЦММ). Она является основой не только для геодезического контроля, но также и

для корректировки содержательной части используемых карт с учетом ландшафтной структуры региона. Назначение ландшафтного блока заключается не только в отображении компонентной и пространственной структуры геосистем, но и в выполнении роли самостоятельного источника взаимоувязанной информации о различных природных процессах. Так, на основе ландшафтной карты возможно построение различных оценочных карт по отдельным компонентам (например, карты влияния растительного покрова на эоловый перенос) и интегральных, характеризующих определенные свойства геосистем в целом (например, миграционную способность радионуклидов в различных типах ландшафтов).

Предложенные принципы организации информационного обеспечения позволили разработать методику оценки критических нагрузок, основанную на использовании экспертно-моделирующих геоинформационных систем (ЭМ ГИС) для специфических условий России, где огромные пространственные выделы характеризуются недостаточной степенью информационной насыщенности. Привлечение ЭМ ГИС, реализуемых на современных компьютерах, позволило количественно реализовать методику на практике. ЭМ ГИС могут оперировать базами данных и базами знаний, относящимися к территориям с высокой степенью пространственной разнородности и неопределенности информационного обеспечения. Как правило, такие системы включают в себя количественную оценку различных параметров миграционных потоков изучаемых элементов на выбранных репрезентативных ключевых участках, разработку и адаптацию алгоритма, описывающего эти; потоки и циклы, и перенесение полученных закономерностей на другие регионы, имеющие сходные характеристические признаки с ключевыми участками. Такой подход, естественно, требует наличия достаточного картографического обеспечения, например, необходимы карты почвенного покрова, геохимического и гидрогеохимического районирования, карты и картосхемы различного масштаба по оценке биопродуктивности экосистем, их устойчивости, самоочищающей способности и т.д. На основании этих других карт, а также баз данных, сформированных на ключевых участках, и используя экспертно-моделирующие геоинформационные системы, возможна корректная интерпретация для других менее изученных регионов. Этот подход наиболее реалистичен для специфических условий России, где детальные экосистемные исследования выполнены, как правило, на ключевых участках, а огромные пространственные выделы характеризуются недостаточной степенью информационной насыщенности.

Информация, содержащаяся в Интернете, позволяет достаточно объективно оценить современное состояние ГИС-приложений в области экологии. Многие примеры представлены на сайтах российской ГИС-Ассоциации, фирмы «ДАТА+», многочисленных сайтах западных университетов. Ниже перечислены основные области использования ГИС-технологий для решения экологических задач.

Деградация среды обитания. ГИС с успехом используется для создания карт основных параметров окружающей среды. В дальнейшем, при получении новых данных, эти карты используются для выявления масштабов и темпов деградации флоры и фауны. При вводе данных дистанционных, в частности спутниковых, и обычных полевых наблюдений с их помощью можно осуществлять мониторинг местных и широкомасштабных антропогенных воздействий. Данные о антропогенных нагрузках целесообразно наложить на карты зонирования территории с выделенными областями, представляющими особый интерес с природоохранной точки зрения, например парками, заповедниками и заказниками. Оценку состояния и темпов деградации природной среды можно проводить и по выделенным на всех слоях карты тестовым участкам.

Загрязнение. С помощью ГИС удобно моделировать влияние и распространение загрязнения от точечных и неточечных (пространственных) источников на местности, в атмосфере и по гидрологической сети. Результаты модельных расчетов можно наложить на природные карты, например карты растительности, или же на карты жилых массивов в данном районе. В результате можно оперативно оценить ближайшие и будущие последствия таких экстремальных ситуаций, как разлив нефти и других вредных веществ, а также влияние постоянно действующих точечных и площадных загрязнителей.

Охраняемые территории. Еще одна распространенная сфера применения ГИС сбор и управление данными по охраняемым территориям, таким, как заказники, заповедники и национальные парки. В пределах охраняемых районов можно проводить полноценный пространственный мониторинг растительных сообществ ценных и редких видов животных, определять влияние антропогенных вмешательств, таких, как туризм, прокладка дорог или ЛЭП, планировать и доводить до реализации природоохранные мероприятия. Возможно выполнение и многопользовательских задач – регулирование выпаса скота и прогнозирование продуктивности земельных угодий. Эти задачи ГИС решают на научной основе, т.е. выбираются решения, обеспечивающие минимальный уровень воздействия на природу, сохранение на требуемом уровне чистоты воздуха, водных объектов и почв, особенно в часто посещаемых туристами районах.

Неохраняемые территории. Региональные и местные руководящие структуры широко применяют возможности ГИС для получения оптимальных решений проблем, связанных с распределением и контролируемым использованием земельных ресурсов, улаживанием конфликтных ситуаций между владельцем и арендаторами земель. Полезным и зачастую необходимым бывает сравнение текущих границ участков землепользования с зонированием земель и перспективными планами их использования. ГИС обеспечивает также возможность сопоставления границ землепользования с требованиями природы. Например, в ряде случаев бывает необходимым зарезервировать коридоры миграции диких животных через освоенные территории между заповедниками или национальными парками.

Постоянный сбор и обновление данных о границах землепользования может оказать большую помощь при разработке природоохранных, в том числе административных и законодательных, мер, отслеживать их исполнение, своевременно вносить изменения и дополнения в имеющиеся законы и постановления на основе базовых научных экологических принципов и концепций.

Восстановление среды обитания. ГИС является эффективным средством для изучения среды обитания в целом, отдельных видов растительного и животного мира в пространственном и временном аспектах. Если установлены конкретные параметры окружающей среды, необходимые, например, для существования какого-либо вида животных, включая наличие пастбищ и мест для размножения, соответствующие типы и запасы кормовых ресурсов, источники воды, требования к чистоте природной среды, то ГИС поможет быстро подыскать районы с подходящей комбинацией параметров, в пределах которых условия существования или восстановления численности данного вида будут близки к оптимальным. На стадии адаптации переселенного вида к новой местности ГИС эффективна для мониторинга ближайших и отдаленных последствий принятых мероприятий, оценки их успешности, выявления проблем и поиска путей по их преодолению.

Междисциплинарные исследования (экология и медицина/демография/климатология). Интегральные функциональные возможности ГИС в наиболее явном виде проявляются и благоприятствуют успешному проведению совместных междисциплинарных исследований. Они обеспечивают объединение и наложение друг на друга любых типов данных, лишь бы их можно было отобразить на карте. К подобным исследованиям относятся, например, такие: анализ взаимосвязей между здоровьем населения и разнообразными (природными, демографическими, экономическими) факторами; количественная оценка влияния параметров окружающей среды на состояние локальных и региональных экосистем и их составляющих; определение доходов землевладельцев в зависимости от преобладающих типов почв, климатических условий, удаленности от городов и др.; выявление численности и плотности ареалов распространения редких и исчезающих видов растений и зависимости от высоты местности, угла наклона и экспозиции склонов.

Экологическое образование. Поскольку создание бумажных карт с помощью ГИС значительно упрощается и удешевляется, появляется возможность получения большого количества разнообразных экологических карт, что расширяет возможности и широту охвата программ и курсов экологического образования. Ввиду простоты копирования и производства картографической продукции ее может использовать практически любой ученый, преподаватель или студент. Более того, стандартизация формата и компоновки базовых карт служит основой для сбора и демонстрации чанных, получаемых учащимися и студентами, обмена данными между учебными заведениями и создания единой базы по регионам и в национальном

масштабе. Можно подготовить специальные карты для землевладельцев с целью ознакомления их с планируемыми природоохранными мероприятиями, схемами буферных зон и экологических коридоров, которые создаются в данном районе и могут затронуть их земельные участки.

Экотуризм. Возможность быстрого создания привлекательных, красочных и в то же время качественных профессионально составленных карт делает ГИС идеальным средством создания рекламных и обзорных материалов для вовлечения публики в быстро развивающуюся сферу экотуризма. Характерной чертой так называемых «экотуристов» является глубокая заинтересованность в подробной информации о природных особенностях данной местности или страны, о происходящих в природе процессах, связанных с экологией в широком смысле. Среди этой достаточно многочисленной группы людей большой популярностью пользуются созданные с помощью ГИС научно-образовательные карты, отображающие распространение растительных сообществ, отдельных видов животных и птиц, области эндемиков и т.д. Подобная информация может оказаться полезной для целей экологического образования или для туристских агентств, для получения дополнительных средств из фондов проектов и национальных программ, поощряющих развитие путешествий и экскурсий.

Мониторинг. По мере расширения и углубления природоохранных мероприятий одной из основных сфер применения ГИС становится слежение за последствиями предпринимаемых действий на локальном и региональном уровнях. Источниками обновляемой информации могут быть результаты наземных съемок или дистанционных наблюдений. Использование ГИС эффективно и для мониторинга условий жизнедеятельности местных и привнесенных видов, выявления причинно-следственных цепочек и взаимосвязей, оценки благоприятных и неблагоприятных последствий предпринимаемых природоохранных мероприятий на экосистему в целом и отдельные ее компоненты, принятия оперативных решений по их корректировке в зависимости от внешних условий.

Теперь обратимся к конкретным реализованным экологическим проектам с использованием ГИС-технологий. Все приводимые ниже примеры взяты из опубликованных в Интернете обзоров, материалов конференций и других публикаций.

Экологический мониторинг и контроль нефтепровода Россия—Китай (С. Г. Кореей, Е.О.Чубай РАО «РОСНЕФТЕГАЗСТРОЙ»). Как правильно отмечено авторами, строительство трубопровода влечет за собой воздействие на состояние окружающей среды, флоры и фауны, но при грамотном и рациональном подходе к трассированию и непосредственно строительству изменение экосистемы может быть сведено к минимуму. Основополагающий аспект экологически грамотного проектирования нефтепровода заключается в смягчении воздействия на геосистемы и в использовании специальных технических приемов для стабилизации их состояния на некотором приемлемом уровне. При правильно выполненных изысканиях, достаточной базе пространственных данных, грамотном ин-

женерно-геологическом прогнозе, а также при хорошей организации и выполнении работ с использованием технологий ГИС негативные явления могут быть сведены к минимуму. Поэтому важно выполнять все этапы экологических изысканий, прогноза и мониторинга.

Как известно, ГИС-технологии применяются при решении задач построения многоуровневых информационных баз пространственных данных, обеспечивающих доступ ко всему комплексу ресурсов эффективным и наглядным способом. Это позволяет генерализовать информацию для успешного решения задач управления нефтепроводом, его инвентаризации и отслеживания состояния и ресурса. Кроме того, ГИС доказали свою высокую эффективность и при решении различных оперативных задач в процессе эксплуатации нефтепровода, в том числе в условиях чрезвычайных ситуаций. Исходя из этого, уже на первых стадиях проектирования нефтепровода Россия—Китай был произведен ГИС-анализ, позволяющий понять закономерности и взаимные отношения географических данных и объектов. Результаты анализа позволяют проникнуть в суть происходящего в данном месте, координировать действия и выбрать лучший вариант решения. Совместное применение ГИС и данных дистанционного зондирования резко повышает оперативность и качество решений, направленных на ликвидацию аварий и минимизацию их последствий.

Исследования по оценке воздействия на окружающую среду проектируемого нефтепровода включали следующие этапы:

- анализ состояния территории, на которую может оказать влияние намечаемая деятельность;
- выявление возможных воздействий на окружающую среду;
- оценка воздействий на окружающую среду;

- определение мероприятий, уменьшающих, смягчающих или предотвращающих негативные воздействия;
- оценка значимости остаточных воздействий на окружающую среду и их последствий;
- разработка программы экологического мониторинга и контроля на всех этапах реализации намечаемой деятельности.

Для выполнения работ по оценке экологической ситуации нефтепровода Россия—Китай был проведен многосторонний анализ информации. Разработана система экологического мониторинга для успешного проведения больших объемов комплексных строительных работ в условиях законодательных ограничений, установленных в отношении природной среды.

Система природного мониторинга содержит информацию о текущем состоянии экосистемы и взаимодействует с системой прогнозного моделирования для оценки разных сценариев строительства нефтепровода в целях достижения наиболее экономичного решения с учетом экологического критерия.

Учитывая, что основой для работы региональной ГИС экологической направленности является цифровая модель рельефа (I IMP), построение ЦМР проводилось с учетом основных географических закономерностей. Кроме горизонталей и отметок высот учитывались реки, мелкие озера, батиметрия крупных озер, отметки урезов воды и др.

Работы с применением ГИС по анализу реальных и гипотетических ситуаций, которые могут возникнуть в процессе эксплуатации нефтепровода, проведены с использованием функций Arc View Spatial Analyst и 3D Analyst. По построенным ЦМР водосборов были определены направления водотоков, рассчитаны протяженность, площадь и объем разлива нефти в случае аварии. Это позволило скорректировать трассу нефтепровода в обход наиболее уязвимых участков. Математическая модель местности (МММ) строилась на основе ЦМР высокого разрешения и ряда тематических слоев. По ней можно в автоматизированном режиме выделять водосборные бассейны для каждой точки поверхности, рассчитывать зоны затопления (загрязнения в случае разлива нефти), дальность распространения загрязнения с учетом почвенного покрова, растительности, гранулометрического состава грунтов, температурных параметров (воздуха и грунта), наличия осадков в момент ЧС, величины снежного покрова и т. д. Такой подход к выбору трассы позволяет минимизировать риски и значительно уменьшить масштабы негативных последствий возможных техногенных катастроф в данном районе. Учитывая высокую сейсмичность региона, данный подход является практически единственно возможным.

ГИС в решении радиационных проблем Кольского полуострова (С.Морозов, В.Кошкин, Институт проблем промышленной экологии Севера КНЦ РАН). Как правильно отмечено авторами, для выполнения работ по оценке радиационного риска региона необходим качественный анализ доступной информации и характеристик о радиационно-опасных объектах (РОО). Помочь решению проблемы могут современные методы работы с пространственно распределенными наборами данных, в первую очередь ГИС. Работы с применением ГИС по анализу реальных и гипотетических ситуаций, возникающих на РОО, ведутся не первый год, в том числе и в нашей стране. В Кольском научном центре РАН и, в частности, в Институте проблем промышленной экологии Севера КНЦ РАН исследуются экологические аспекты радиационной проблематики Кольского полуострова и региона. Основные задачи состоят в следующем:

- используя ГИС, сделать открытые данные по РОО региона более наглядными и убедительными, а проблему — более внятной;
- расширить доступ заинтересованных лиц к этим данным;
- на основе результатов компьютерного моделирования аварийных ситуаций на РОО и ГИС-анализа радиационного риска территорий выполнить построение соответствующих электронных карт;
- облегчить создание общего языка, интерфейса общения для отечественных и международных заинтересованных инстанций на всех уровнях, с

целью продуктивного обсуждения проблемы и поисков средств и способов ее решения.

В настоящее время разработана структура и некоторые предварительные блоки ГИС региона, соответствующие кругу рассматриваемых вопросов. Основная цель разработки – на основе технологии ГИС создать информационный модуль, чтобы:

- систематизировать и структурировать информацию по РОО региона;
- анализировать радиационные проблемы в регионе;
- подготавливать исходные данные для математического моделирования атмосферного переноса радионуклидов и оценки рисков районах расположения ядерных энергетических установок (ЯЭУ)

Области ее применения включают: региональные системы радиационного мониторинга и автоматизированные системы (локальные, региональные) поддержки принятия решений в случае возникновения аварии на ядерных объектах.

Информационная поддержка:

- природоохранных предприятий и организаций региона;
- научно-исследовательских проектов и проектно-изыскательских работ;
- органов государственного надзора и ведомств по чрезвычайным ситуациям.

База данных ГИС будет включать в себя объекты, сгруппированные в несколько слоев. На первом этапе были выбраны те объекты и в том объеме, которые обеспечены открытыми источниками информации: АЭС, затопленные корабли с твердыми радиоактивными отходами, места затопления ядерных реакторов, места проведения ядерных взрывов, места инцидентов с атомными подводными лодками, места запуска космических аппаратов в регионе (космодромы). Исходная информация для баз данных была получена из опубликованных источников и по результатам поиска в Интернет. В работе по конструированию ГИС использовались следующие продукты фирмы ESRI, Inc:

- ArcInfo – для создания слоев карты (со встроенной картой мира в проекции Робинсона в качестве картографической основы);
- язык AML – для разработки интерфейса к базе данных;
- ArcExplorer 1.1 – для презентаций карт на персональном компьютере.

Ниже приводятся краткие описания выбранных объектов.

Реакторы атомных электростанций. В базу ГИС по энергоблокам АЭС включены данные по 21 блоку 12 станций, включая Билибинскую АЭС и Норильский экспериментальный реактор.

Предварительная версия разрабатываемой ГИС конструируется пока как локальный информационно-справочный модуль по радиационно-опасным объектам. Более перспективным является применение ГИС в региональных автоматизированных системах контроля радиационной обстановки и системах поддержки принятия решений на случай радиационных

аварий. Институт прочтем промышленной экологии Севера использует в настоящее время отдельные приложения ГИС-технологии для создания локальной Автоматизированной системы контроля радиационной 1 Остановки Кольской АЭС.

ГИС все более активно используются для анализа радиационного риска региона. Это связано с тем, что используемые модели должны учитывать большие массивы важных пространственно распределенных параметров. Слияние математического моделирования с ГИС требует либо создания стандартного интерфейса между моделями и ГИС, либо разработки математических моделей в рамках ГИС-технологии. Реализованная в ArcInfo (начиная с версии 7.1.2) Открытая среда разработки приложений (ODE) позволяет объединять функциональные возможности ArcInfo прикладных программ через специально создаваемые интерфейсы с использованием стандартных сред программирования. ODE позволила включить множество прикладных программ в пространство ГИС-технологий. В семействе продуктов ESRI, Inc есть и другие модули, необходимые для рассматриваемого класса задач. К ним относятся серверы пространственных данных, картографические серверы Интранет/Интернет, модуль для встраивания карт и функций ГИС в собственные приложения, модули для моделирования природной среды.

По мнению авторов, применение ГИС поможет успешно приступить к решению задач инвентаризации, учета и контроля за состоянием радиационно-опасных объектов и самой территории региона, а также математического моделирования связанных с ними ситуаций.

Экологическая ГИС и система экологического мониторинга в Ямало-Ненецком автономном округе (О.Розанов, Отдел экологического мониторинга Государственного комитета по охране окружающей среды ЯНАО). В основу региональной ГИС была положена электронная карта масштаба 1: 200 000, оцифрованная в системе ArcInfo в проекции Гаусса–Крюгера на эллипсоиде Красовского в системе прямоугольных координат 1942 г., после чего была произведена оценка точности оцифровки, которая подтвердила соответствие метрической информации точности исходных картографических материалов. Число слоев карты и их насыщенность полностью соответствуют каждому тиражному оттиску карты. По мере развития ГИС карта дополнялась объектами месторождений, лицензионных участков, особо охраняемых территорий (заказников, заповедников), инфраструктурой. Указанная информация была собрана и собирается по сей день из различных источников и переведена в покрытия ArcInfo. Самая свежая информация по обновлению тематики карт была получена в отделе со спутника «Ресурс-01».

Первый этап обработки принимаемой информации заключается в просмотре изображения, географической привязке по орбитальным элементам, вырезке полезных фрагментов, коррекции привязки по реперным точкам на изображении, сохранении выбранных фрагментов и экспорте в исходные формы. Второй этап обработки снимков занимает процесс тематиче-

ского дешифрирования. Практические навыки приобретались в полевых условиях Пуровского района на месторождениях Пограничное и Вынгапуровское. Работы по обработке снимков выполнялись программным продуктом MapInfo. Первые результаты работы с растровыми изображениями в MapInfo показали оперативность и достаточную простоту в определении периметра и площадей выделяемых на снимке объектов (зоны затопления, гари и др.), а также в рисовке определенных участков рельефа и техногенных нарушений, имеющих особый интерес у контролирующих служб. На этом работа в MapInfo и заканчивалась. Затем начинались проблемы по трансформированию снимков в проекцию Гаусса-Крюгера и экспортированию в систему Arc View для работы с векторной картой. Определенная помощь в трансформировании снимков была получена при работе с программой Image Transformer, разработанной в ИТЦ Сканэкс. Однако после выхода модуля ArcView Image Analysis (ERDAS) работа существенно ускорилась.

В основу экологической ГИС города Салехарда была положена электронная карта масштаба 1:10 000, дополненная путем оцифровки планшетов масштаба 1:2000. При построении тематических слоев карты города Салехарда использовались новейшие данные застройки города, которые чаще всего предоставлялись в виде калек, планов и планшетов. Для трансформирования и привязки сканированных изображений в покрытия карты успешно использовался модуль ArcView Image Analysis. Также этот модуль был опробован для совмещения растрового изображения космоснимка зоны затопления в период половодья на реке Обь с векторной картой масштаба 1:200 000. Благодаря удачной совместимости модуля с системой ArcView GIS были получены положительные результаты по созданию тематических цифровых карт на основе снимков и их обновлению. Таким образом, были оцифрованы материалы аэрофотосъемки, несущие в себе информацию об антропогенных нарушениях за пределами административной границы города Салехарда. Это разрабатываемые в настоящее время и старые не рекультивированные карьеры, площадки для складирования грунтов, неучтенные грунтовые дороги и тропы. Использование опорной информации по трансформированному участку местности дало возможность существенно улучшить точность геометрического преобразования без дополнительной интерполяции яркости пикселей на изображении.

Проводимая в отделе работа по использованию принимаемой спутниковой информации в ГИС региона представляет практический интерес как для контролирующих служб комитета, так и для других заинтересованных структур. Планируются совместные работы с Гидрометслужбой и службами навигации ледовой и метеорологической обстановки в Северных морях.

По причине непостоянства погодных условий Крайнего Севера, быстро сменяющих друг друга арктических циклонов и, как следствие, малого количества ясных дней, нецелесообразности приема оптических изображений в темные месяцы года весьма перспективными являются данные спутников с радарами бокового обзора (SAR), такими, как IRS и RADARSAT.

А появление на вооружении мощной системы обработки данных дистанционного зондирования ERDAS Imagine позволяет отделу экологического мониторинга Государственного комитета по охране окружающей среды ЯНАО выступить инициатором широкого применения методов дистанционного зондирования в округе.

Система принятия управленческих решений в области экологии с применением ГИС-технологий (С. И. Козлов, Центр экологической безопасности администрации Нижегородской области). Автором сформулированы основные задачи, стоящие перед региональной информационно-аналитической системой поддержки принятия управленческих решений в области обеспечения экологической безопасности региона:

- подготовка интегрированной информации о состоянии окружающей среды, прогнозов вероятных последствий хозяйственной деятельности и рекомендаций по выбору вариантов безопасного развития региона;

- имитационное моделирование процессов, происходящих в окружающей среде, с учетом существующих уровней антропогенной нагрузки и возможных последствий принимаемых управленческих решений и возможных аварийных ситуаций;

- накопление информации по временным трендам параметров окружающей среды с целью экологического прогнозирования;

- обработка и накопление в базах данных результатов локального и дистанционного мониторинга, данных аэрокосмических снимков и выявление природных объектов, подвергшихся наибольшему антропогенному воздействию;

- обмен информацией о состоянии окружающей среды (импорт и экспорт данных) с экоинформационными системами других уровней;

- выдача информации при проведении экологической экспертизы и мероприятий процедуры оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС);

- предоставление информации, необходимой для контроля за соблюдением природоохранного законодательства, для экологического образования, для средств массовой информации.

При реализации различных экологических проектов и их информационной поддержке экологической службой администрации области выдвигается требование наличия обменных форматов, используемых в различных организациях и согласования классификаторов, имеющейся экологической и сопутствующей информации. Данная работа координируется Центром экологической безопасности (ЦЭБ), созданным в составе экологической службы администрации Нижегородской области в 1995 г. с целью эксплуатации автоматизированной системы экологического мониторинга, внедрения ГИС-технологий в деятельность природоохранных организаций области, информационной поддержки решения задачи обеспечения экологической безопасности региона.

В настоящее время процесс первоначального накопления данных завершен, большая часть тематических слоев сформирована и ГИС функ-

ционирует в режиме «горячая линия» в сети администрации Нижегородской области. Однако работа по поддержанию актуальности информации и формированию новых тематических слоев постоянно продолжается. Оцифрованные материалы по мере готовности по согласованной форме представляются на электронных носителях в центр экологической безопасности для систематизации и в обработанном виде представляются подразделениям экологической службы и другим организациям. Существующие и создаваемые слои отражают практически все аспекты, имеющие отношение к экологической безопасности. Для иллюстрации можно выделить следующие крупные блоки слоев (в настоящее время в составе ГИС создано более 350 тематических слоев).

1.Топооснова, т.е. слои, содержащие сведения о географическом положении территории, природных условиях, рельефе и т.д. Основу для данного блока составляет топографическая карта масштаба 1:1 000000, подготовленная Верхне-Волжским АГП, и более крупномасштабные карты наиболее крупных городов области. Для решения целого ряда задач необходимы карты более крупных масштабов, в связи с этим в настоящий момент ведется активная работа по переходу к масштабам 1:500 000 и 1 :200 000 на всю территорию области.

2.Данные об источниках выбросов и сбросов, размещении отходов. К данной группе относятся слои, созданные на базе информации о природопользователях и формах статистической отчетности. ГИС-технологии позволяют проводить анализ загрязнения, вызванного этими многочисленными источниками, в привязке к конкретным природным объектам или к их частям (например, к отдельным участкам рек).

3.Сведения об источниках повышенной опасности и объектах экологического риска. Состав слоев этого блока зависит от специфики конкретного региона и объема доступной информации по конкретным объектам.

4.Информация об инженерной и транспортной инфраструктуре. Слои, входящие в эту группу, часто интересны не сами по себе, а в сочетании с информацией о карстовых явлениях, паводке и других природных явлениях, которые могут привести к аварийной ситуации.

5.Сведения о распространении, динамике и уровнях загрязнения природных сред. Данный блок содержит наиболее вариабельные слои, содержащие данные экологического мониторинга с периодом обновления одни сутки. На основании этих данных происходит основная аналитическая работа. Именно эти слои, будучи наложенными на другие слои и данные многолетнего фонового мониторинга, позволяют наиболее точно и оперативно оценить экологическую обстановку в области.

6.Радиационная обстановка. Информация этих слоев позволяет оценить радиационную обстановку как в целом, так и по отдельным районам.

Наименование тем лекций, их содержание, объем в часах (20 час.)

	Наименование тем	Содержание тем	Объем в часах
1	Предмет и задачи геоинформатики. История развития геоинформатики.	Место геоинформатики в системе наук, её связь с другими науками. Понятие пространственных данных, их виды и свойства. Кодирование информации: символьной, числовой, графической. Предмет и задачи геоинформатики.	2
2	Виды данных.	Векторные и растровые данные.	2
3	Программное обеспечение ГИС.	Классификация программного обеспечения (ПО). Базовое ПО. Операционные системы: назначение и состав. Службное ПО: назначение и классификация.	2
4	Виды векторных данных	Общие сведения о векторных данных. Методы и приемы работы с векторными данными.	4
5	Растровые данные.	Основные понятия, особенности растровых данных.	4
6	Базы геоданных, атрибутивные данные.	Основные понятия баз геоданных. Свойства полей атрибутивных данных. Типы данных.	2
7	Создание тематических карт.	Возможности ГИС для создания тематических карт. Пример реализации ГИС (ГИС "Республика Алтай")	2
8	Данные дистанционного зондирования.	Особенности ДДЗЗ, способы получения ДДЗ. Анализ аналоговых и цифровых ДДЗ.	2

3.5. ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ (60 часов)

Практические работы выполняются в компьютерном классе с использованием программы ArcView 3. Примерные задания к практическим работам в компьютерном классе:

Занятие 1 (4 часа)

Тема: Работа с заданием по электронному методическому пособию «Введение в геоинформационное картографирование».

<http://e-lib.gasu.ru/e-posobia/gis/>

1. Тема «Краткий лекционный курс Основы геоинформатики и ГИС-технологий»

Задание. Обзор базовых ГИС-концепций. Структуры данных в ГИС. Ввод и редактирование пространственных данных. Пространственный анализ.

К выводу: изучить электронный урок, подготовиться к модулю.

Задание:

Занятие 2 (4 часа)

Тема: Работа с ГИС Arc View. Построение простых карт: карты Мира, материков, России, Республики Алтай, г. Горно-Алтайска

Задание: открыть существующий проект Arc View, выбирать географические объекты, изображенные на карте, увеличивать масштаб интересующей территории, компоновать карту.

К выводу: создать карты Африки

Занятие 3 (4 часа)

Тема: Работа с ГИС Arc View. Расчет расположения выставочного зала. По руководству Arc View.

Задание: научиться загружать табличные данные и отображать их на карте, добавлять пространственные данные в формате шейп-файла как новую тему, контролировать, какие объекты в теме находятся на карте, искать объекты на карте. Которые находятся в пределах определенного расстояния от других объектов.

К выводу: найти наилучшее расположение выставочного зала.

Занятие 4 (4 часа)

Тема: Работа с ГИС Arc View. Расчет расположения булочных. По руководству Arc View.

Задание: добавлять табличные данные, содержащие адреса на карту в виде точек, находить объекты на карте по определенным атрибутам, находить важные объекты на карте путем сортировки их атрибутов, высвечивать объекты на карте путем выбора их записей в таблице атрибутов темы.

К выводу: показать на карте булочные. Где продано больше всего продуктов за год.

Занятие 5-6 (4 часа)

Тема: Работа с ГИС Arc View. Создание карт, работа со слоями.

Задание: Создание новой темы и добавление карты Мира, материков, России, Республики Алтай, г. Горно-Алтайска, создание компонок

К выводу: научиться создавать карты из векторных данных, используя возможности легенды.

Занятие 7-8 (4 час)

Тема: Работа с ГИС Arc View. Создание карт социально-экономической характеристики Республики Алтай.

Задание: Используя векторные данные по административным районам Республики Алтай и базы данных по социально-экономической характеристике региона создать карты и диаграммы по социально-экономической характеристике.

К выводу: научиться составлять карты по социально-экономической характеристике региона.

Занятие 9 (6 часа)

Тема: Создание ландшафтных карт, работа с легендой.

Задание: Используя векторные данные по ландшафтам Юго-Восточного Алтая и возможности редактора легенды составить карту ландшафтов Юго-Восточного Алтая.

К выводу: научиться составлять ландшафтные карты.

Занятие 10-14 (10 час)

Тема: Оцифровка растровых данных.

Задание: Используя растровые картографические данные оцифровать территорию.

К выводу: научиться оцифровке данных.

Занятие 15-16 (8 час)

Тема: Создание карт землепользования.

Задание: Используя векторные данные по землепользованию, создать сельско-хозяйственную карту района.

К выводу: научиться составлению сельскохозяйственных карт.

Занятие 17-20 (12 час)

Обработка данных дистанционного зондирования. Классификация.

Задание: Используя космоснимок Landsat по территории Республики Алтай произвести классификацию и дешифровать результаты по растительности.

К выводу: научиться классификации космоснимков и дешифрированию.

2.3. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ (30 часов)

2.3.2. Понятие геоинформатики.

Изучение материалов лекции (2 ч.).

Изучение темы «Что такое ГИС». (2 ч.)

2.3.3. Геоинформатика. Структура, пространственные данные.

Изучение материалов лекций. (4 ч.)

Изучение темы «История развития геоинформатики» (4 ч.)

Изучение темы «ГИС в России» (4 ч.)

2.3.4. Особенности ГИС.

Изучение материалов лекции (2 ч.).

Изучение темы «Программное обеспечение ГИС». (4 ч.)

2.3.5. Типы данных.

Изучение векторных и растровых данных. (4 ч.)

2.3.6. Базы геоданных, атрибутивные данные.

Изучение материалов лекции. (4 ч.)

2.3.7. Подготовка к контрольной работе «Работа в ГИС».

Конспектирование методических рекомендаций к лабораторной работе (раздаточные материалы): работа с электронным уроком. (4 ч.)

Самостоятельная работа по курсу осуществляется при помощи методического пособия А.Н.Дмитриев, А.В. Шитов. Введение в геоинформационное картографирование. <http://e-lib.gasu.ru/eposobia/gis/>

3.6. Глоссарий

Автоматизированная картографическая система, АКС (automatic(al) mapping system, computer-aided mapping system) — производственный и (или) научно-исследовательский комплекс автоматических картографических приборов, компьютеров, программных и информационных средств, функционирующих как единая система с целью создания и использования карт. АКС индивидуального пользования носят названия автоматизированного рабочего места картографа (АРМ-К). Роль АКС на платформах персональных компьютеров выполняют системы настольного картографирования.

Автоматизированная картография (automated cartography, computer-aided mapping, САМ) — раздел картографии, охватывающий теорию, методологию и практику создания, обновления и использования карт, атласов и других пространственно-временных картографических произведений в графической, цифровой и электронной формах с помощью *автоматизированных картографических систем* и других и аппаратно-программных средств.

Автоматизированное картографирование (computer-aided mapping, САМ, automated mapping) — применение технических и аппаратно-программных средств, в т.ч. *автоматизированных картографических систем* (АКС) для составления, оформления, редактирования, издания и использования карт и других картографических произведений.

Актуализация (данных), обновление (данных) (updating) — процесс изменения содержания (коррекции, модификации, исправления) данных для приведения их к текущему (актуальному) состоянию.

Алгоритм (algorithm) — дискретный набор конечного числа правил, точных предписаний, определяющих порядок выполнения операций над исходными данными для достижения искомого результата и позволяющих чисто механически решить некоторую задачу из класса однотипных задач. А. должен обладать свойствами конечности, однозначности (детерминированности), определенности, массовости и результативности. А., выраженный средствами языка программирования, именуется программой.

Анализ близости, анализ окрестности (neighbourhood analysis, proximity analysis) — 1) пространственно-аналитическая операция, основанная на поиске двух ближайших точек среди заданного их множества; анализ объектов, образующих ближайшее окружение рассматриваемого объекта; 2) *в ГИС растрового типа*: присвоение элементу *растра (пикселу)* нового значения как некоторой функции значений окрестных элементов.

Анализ видимости/невидимости (viewshed analysis, visibility/unvisibility analysis) — одна из операций обработки *цифровых моделей рельефа*, обеспечивающая оценку поверхности с точки зрения видимости или невидимости отдельных ее частей с некоторой точки обзора или из множества точек, заданных их положением в пространстве (источников или приемников излучений).

Анализ сетей, сетевой анализ (network analysis) — группа пространственно-аналитических операций, основанных на анализе линейных *пространственных объектов {линий}* или геометрических сетей, соответствующих графам. Включает поиск наикратчайшего пути, выбор оптимального маршрута (маршрута движения с минимальными издержками), решение задач коммивояжера, размещения ресурсов, диспетчеризации процессов и т. п.

Анаморфоза (anamorphosis, cartogram) — графическое изображение, производное от традиционной карты, масштаб которой трансформируется и варьирует в зависимости от величины характеристики явлений на исходной карте.

Аннотация (annotation) — совокупность текстовых, цифровых, символьных, графических и иных элементов, размещаемых внутри или вне поля картографического изображения, т.е. вспомогательного и дополнительного оснащения карт или иной графики в ГИС. Под А. чаще всего понимают только те элементы, которые относятся исключительно к графике (но не к атрибутивной *базе данных*).

Аппаратное обеспечение, аппаратные средства, аппаратура, технические средства (hardware) — техническое оборудование системы обработки информации (в отличие от *программного обеспечения*, процедур, правил и документации), включающее собственно компьютер

и иные механические, магнитные, электрические, электронные и оптические *периферийные устройства* или аналогичные приборы, работающие под ее управлением или автономно, а также любые устройства, необходимые для функционирования системы. Вместе с программным обеспечением А.о. образует *аппаратно-программное обеспечение* системы.

Аппаратно-программное обеспечение, программно-аппаратное обеспечение (software/hardware, «hard and soft») — совокупность *аппаратного обеспечения* и *программного обеспечения* системы обработки информации.

Аппроксимация, аппроксимирование (approximation) — замена одних математических объектов другими, в том или ином смысле близкими к исходным (отсюда происхождение слова «А.» — приближение). А. позволяет исследовать числовые характеристики и качественные свойства объекта, сводя задачу к изучению более простых или более удобных объектов, характеристики которых легко вычисляются или свойства которых уже известны. Широкое применение в последние годы получили методы А. сплайнами. Методы А. в трехмерном пространстве входят в состав инструментария картографического метода исследования, применяются при обработке *цифровых моделей рельефа*, могут быть использованы в комплексе с иными операциями *пространственного анализа* в ГИС.

Атрибут, реквизит (attribute) — свойство, качественный или количественный признак, характеризующий *пространственный объект* (но не связанный с его местоположением) и ассоциированный с его уникальным номером *{идентификатором}*. Множество А. пространственного объекта образует атрибутивные данные. Процесс присвоения пространственным объектам А. или связывания объектов с А. носит название атрибутирования.

База данных, БД (data base, database, DB) — совокупность *данных*, организованных по определенным правилам, устанавливающим общие принципы описания, хранения и манипулирования данными. Хранение данных в БД обеспечивает централизованное управление, соблюдение стандартов, безопасность и целостность данных, сокращает избыточность и устраняет противоречивость данных. БД не зависит от прикладных программ. Создание БД и обращение к ней (по *запросам*) осуществляются с помощью *системы управления базами данных* (СУБД). БД может быть размещена на нескольких компьютерах сети; в этом случае она называется распределенной БД (РБД). БД ГИС содержат наборы данных о *пространственных объектах*, образуя пространственные БД; цифровая картографическая информация может организовываться в картографические БД или картографические *банки данных*.

База знаний, БЗ (knowledge base) — совокупность знаний о некоторой предметной области, на основе которых можно производить

рассуждения. Основная часть *экспертных систем*, где с помощью БЗ представляются навыки и опыт экспертов, разрабатывающих эвристические подходы в процессе решения проблем. Обычно БЗ представляет собой набор фактов и правил, формализующих опыт специалистов в конкретной предметной области и позволяющих давать на вопросы об этой предметной области ответы, которые в явном виде не содержатся в БЗ.

Банк данных, БнД (databank, data bank) — информационная система централизованного хранения и коллективного использования данных. Содержит совокупность *баз данных, СУБД* и комплекс прикладных программ. БнД называют локальным, если он размещен в одном вычислительном центре (ВЦ) или на одном компьютере; распределенный БнД — система объединенных под единым управлением и посредством компьютерной сети территориально разобщенных локальных БнД. Картографические БнД именуются также банками цифровых карт (БЦК).

Буферная зона, буфер, коридор (buffer zone, buffer, corridor) — полигональный объект, образованный путем расчета и построения экви дистантных (изодистантных) линий (эквидистант, изодистант), равноудаленных относительно выбранного точечного, линейного или полигонального пространственного объекта.

Буферный слой (buffer layer) — полигональный слой, сформированный из *буферных зон* выбранных объектов, каждая из которых построена по заданным правилам (одинаковое удаление от объектов, удаление, зависящее от значений атрибута, и др.). При построении буферного слоя для каждого объекта одновременно может формироваться несколько буферных зон.

Веб-картографирование (Web-mapping) — процесс формирования посетителем *Веб-сайта* картографических изображений на экране своего компьютера с помощью установленного на нем *Веб-браузера*. Веб-браузер или поддерживаемые им специальные *клиентские расширения* управляют *картографическим интернет-сервером* Веб-сайта, передавая ему команды по перестройке карты (изменению масштаба, содержания и т.д.) в виде *скрипта* и получая от него новое картографическое изображение.

Вектор (vector) — 1) величина, характеризуемая числовым значением и направлением; 2) направленный отрезок прямой, *сегмент*; набор координатных пар в цифровом представлении *пространственных объектов*; термин, служащий для образования производных терминов, связанных с *векторными моделями* пространственных данных (см. *векторная топологическая модель (данных), векторно-растровое преобразование, растрово-векторное преобразование, модель «спагетти»*), векторными *форматами* (пространственных) данных, устройствами векторной *компьютерной графики* (например, векторный *дисплей*).

Векторизатор (vectorizer) — программное средство для выполнения *растрово-векторного преобразования* (векторизации) пространственных данных.

Векторная модель, векторное представление (данных) (vector data structure, vector data model) — обобщенный класс *моделей пространственных данных*, основанных на цифровом представлении точечных, линейных и полигональных *пространственных объектов* в виде набора координатных пар с описанием только *геометрии* объектов, что соответствует нетопологической В.м. (см. *модель «спагетти»*) или геометрии и топологических отношений (*топологии*) в виде *векторной топологической модели*; в машинной реализации В.м. соответствует векторный *формат* пространственных данных.

Векторная топологическая модель, векторное топологическое представление, линейно-узловая модель (данных) (arc-node model) — разновидность *векторной модели (данных)* точечных, линейных и полигональных *пространственных объектов*, описывающей не только их *геометрию* (см. *модель «спагетти»*), но и топологические отношения между *полигонами, дугами и узлами*.

Визуализатор, вьювер, «вьюер» (visualizer, viewer) — программное средство, предназначенное для *визуализации* данных; *в ГИС*: один из типов программных средств ГИС с набором функций, ограниченных, как правило, возможностями видеоэкранный визуализации картографических изображений, называемый картографическим В. Простой В. (в том числе графики) носит название *браузера*.

Виртуальная реальность (virtual reality, VR) — искусственная действительность, во всех отношениях, подобная подлинной и совершенно от нее не отличимая. При этом между искусственной действительностью и воспринимающим ее человеком образуется двусторонняя связь. Динамическая модель реальности создается средствами трехмерной *компьютерной графики* и обеспечивает (с помощью специальной аппаратуры: шлема-дисплея и сенсорной перчатки) взаимодействие пользователя с виртуальными объектами в режиме реального времени с эффектом его участия в конструируемых сценах и событиях. Создание элементов В.р. средствами ГИС на основе трехмерного моделирования местности путем наложения аэро- или космического или другого высокореалистичного изображения на *цифровую модель рельефа* находит применение в симуляторах и тренажерных системах.

Географическая информационная система, геоинформационная система, ГИС (geographic(al) information system, GIS, spatial information system) — 1) информационная система, обеспечивающая сбор, хранение, обработку, доступ, отображение и распространение пространственно-координированных данных (*пространственных данных*); 2) программное средство ГИС (1) — программный продукт, в котором реализованы *функциональные возможности ГИС*. Научные,

технические, технологические и прикладные аспекты проектирования, создания и использования ГИС изучаются *геоинформатикой*.

Геоизображение (geoimage, georepresentation) — любая пространственно-временная масштабная генерализованная модель земных (планетных) объектов или процессов, представленная в графической образной форме. Различают двумерные плоские Г. (карты, планы, *электронные карты*, аэро- и космические снимки); трехмерные, или объемные, Г. (стереомодели, анаглифы, *блок-диаграммы*, картографические голограммы); динамические Г. (анимации, картографические фильмы, мультимедийные карты и атласы).

Геоинформатика (GIS science, geographic information science, geoinformatics) — наука, технология и производственная деятельность по научному обоснованию, проектированию, созданию, эксплуатации и использованию *географических информационных систем*, по разработке *геоинформационных технологий* и по приложению ГИС для практических или геонаучных целей. Входит составной частью в *геоматику* (по одной из точек зрения) или предметно, методически и технологически пересекается с ней.

Геоинформационное картографирование (geoinformational mapping, geoinformatic mapping) — отрасль картографии, занимающаяся автоматизированным составлением и использованием карт на основе *геоинформационных технологий* и географических *баз знаний*.

Геоинформационные технологии, ГИС-технологии (GIS technology) — технологическая основа создания *географических информационных систем*, позволяющая реализовать *функциональные возможности ГИС* в форме программных средств.

Геоинформационный проект, ГИС-проект (GIS project) — уникальное предприятие по созданию и обеспечению функционирования геоинформационной системы, отвечающей поставленным требованиям, предполагающее координированное выполнение взаимосвязанных действий по аппаратному, программному, информационному и кадровому обеспечению системы с достижением определенных ее параметров (полнота информации, актуальность информации, производительность системы, функциональность системы, надежность ее функционирования и т.д.) в условиях временных и ресурсных ограничений.

Геомоделирование, пространственное моделирование (spatial model(l)ing, geomodel(l)ing) — одна из главных функций ГИС (наряду с *пространственным анализом*); способность ГИС и программных средств ГИС строить и использовать модели пространственных объектов и динамики процессов (математико-статистический анализ пространственных размещений и временных рядов, межслойный корреляционный анализ взаимосвязей разнотипных объектов и т.п.) или обеспечивать *интерфейс* с моделями вне среды ГИС.

Глобальные системы позиционирования, ГСП (Global Positioning System, GPS, GPS-system, SGS) — технологические комплексы, предназначенные для позиционирования объектов — нахождения их *координат* в трехмерном земном пространстве путем измерения псевдодальности от приемника позиционирования до 4 или большего числа спутников. Г.с.п. обеспечивают ряд способов позиционирования, включая автономное позиционирование (способ определения абсолютных (полных) координат местонахождения пространственной линейной засечкой по измерениям кодовым методом псевдодальностей только с определяемого пункта); дифференциальное позиционирование, когда псевдодальности измеряют одновременно с двух пунктов: базовой станции (референц-станции), расположенной на пункте с известными координатами, и подвижной станции, стоящей над новой точкой; статическое позиционирование (статика, способ относительных измерений, когда фазовым методом по продолжительным (около часа и дольше) наблюдениям определяют приращения координат между базовой и подвижной станциями); ускоренная статика (разновидность статика, в которой для разрешения неоднозначности применяют стратегии поиска, не требующие продолжительных наблюдений, продолжительность же измерений согласована с числом наблюдаемых спутников и уменьшается при его увеличении); псевдостатика (разновидность статика, когда непрерывность измерений сохраняется только на базовой станции; на подвижной станции измерения выполняют лишь в начале и в конце часового интервала); способы кинематики — разновидности относительных измерений, выполняемых обычно фазовым методом, позволяющие измерять вектор между базовой и подвижной станциями за короткое время. Современное поколение Г.с.п. образуют системы GPS (NAVSTAR) — США и ГЛО-НАСС (GLONASS) — Россия. Их разработки велись в 70 — 90 годах. GPS развернута в 1993 г., ГЛОНАСС официально принята в эксплуатацию в сентябре 1993 г., в марте 1995 г. открыта для гражданского применения, в 1996 г. развернута полностью. Выделяют три подсистемы (сегмента) Г.с.п.: подсистема наземного контроля и управления, сеть наземных станций которой обеспечивает спутники точными координатами (эфемеридами) и другой информацией; подсистема созвездия спутников, состоящая из 24 космических аппаратов, оснащенных несколькими атомными цезиевыми стандартами частоты — времени и постоянно передающих на частотах L_1 и L_2 сигналы для измерений псевдодальностей кодовым и фазовым методами, метки времени и другие сообщения, необходимые для позиционирования (длины несущих волн на всех спутниках GPS соответственно равны 19,0 и 24,4 см, а частоты находятся в строгом отношении 77/60, в ГЛОНАСС у каждого спутника свои несущие частоты, находящиеся в соотношении 9/7, длины волн близки к 18,7 и 24,1 см); подсистема аппаратуры пользователей, включающая прием-

ники позиционирования с антеннами, накопителями результатов измерений, прочим оснащением и программным обеспечением обработки данных.

Данные (datum, *pi* data) — 1) зарегистрированные факты, описания явлений реального мира или идей, которые представляются достаточно ценными для того, чтобы их сформулировать и точно зафиксировать; 2) сведения, представленные в виде, пригодном для обработки автоматическими средствами при возможном участии человека; факты, понятия или команды, представленные в формализованном виде, позволяющем осуществить их передачу, интерпретацию или обработку как вручную, так и с помощью систем автоматизации. Д. о **пространственных объектах**, снабженные указанием на их локализацию в пространстве (позиционными **атрибутами**), носят наименование **пространственных** (географических) **данных**.

Дигитайзер, цифрователь, графический планшет, графическое устройство ввода данных, графоповторитель, «сколка», «таблетка» (digitizer, digitiser, tablet, table digitizer, digitizer tablet, digital tablet, graphic tablet) — 1) устройство для аналого-цифрового преобразования сигналов, источников и данных; 2) **в геоинформатике, компьютерной графике и картографии**: устройство для ручного **цифрования** картографической и графической документации в виде множества или последовательности точек, положение которых описывается прямоугольными декартовыми **координатами** плоскости Д.

Инфраструктура (гео) **пространственных данных**, ИПД ((geo)spatial data infrastructure) — совокупность технологических, нормативно-правовых и институциональных мер и механизмов организации и интеграции ресурсов **пространственных данных** (2) на национальном, региональном и глобальном уровнях для эффективного использования, обеспечения доступности к информации со стороны государственных и коммерческих организаций и простых граждан, удобства информационного взаимодействия держателей и потребителей данных, устранения ведомственных информационных барьеров, дублирования сбора пространственных данных. ИПД включает три необходимых компонента: базовую пространственную информацию, стандартизацию пространственных данных, базы **метаданных** и механизм обмена данными, а также институциональную основу их реализации.

Компьютерная карта (computer map) — карта, полученная с помощью средств **автоматизированного картографирования** или ГИС на **графопостроителях**, принтерах и других графических **периферийных устройствах** путем воспроизведения на бумаге, пластике, фотопленке и иных материалах.

Метаданные (metadata) — данные о **данных**: каталоги, справочники, реестры, инвентории, базы М. и иные формы описания (метасопровождения) наборов цифровых и аналоговых данных, содержа-

щие сведения об их составе, содержании, статусе (актуальности и обновляемости), происхождении (способах и условиях получения), местонахождении, качестве (полноте, непротиворечивости, достоверности), форматах и формах представления, условиях доступа, приобретения и использования, авторских, имущественных и смежных с ними правах на данные и об их иных датометрических характеристиках.

Модель TIN (TIN model) — одна из *моделей (пространственных) данных*, используемая при конструировании *цифровой модели рельефа*, представляя его набором высотных отметок в узлах сети неравносторонних треугольников, соответствующей *триангуляции Делоне*, и заменяя его многогранной поверхностью.

Оверлей (overlay) — 1) операция наложения друг на друга двух или более *слоев*, в результате которой образуется графическая композиция исходных слоев (графический **О.**) или один производный слой, содержащий геометрическую композицию *пространственных объектов* исходных слоев, *топологию* этой композиции и *атрибуты*, арифметически или логически производные от значений атрибутов исходных объектов в топологическом **О.**; 2) группа аналитических операций, связанная или обслуживающая операцию **О.** в предыдущем смысле; к ним относятся операции **О.** одно- и разнотипных слоев и решение связанных с ним задач определения принадлежности точки или линии полигону, наложения двух полигональных слоев, уничтожение границ одноименных классов полигонального слоя с порождением нового слоя; 3) синоним *слоя* (в англоязычной терминологии).

Ортотрансформирование, орторектификация (orthorectification, orthotransformation, orthofototransformation) — устранение на изображении геометрических искажений, вызванных рельефом, для создания ортофотоснимков, ортофотокарт, ортофотопланов и др. ортотрансформированных (орторектифицированных) изображений и продуктов.

ПЗ-90 (PZ-90) — параметры Земли 1990 г. — мировая геодезическая система; в 1995 г. объявлена геодезической основой российской *спутниковой системы позиционирования* ГЛОНАСС. С 2002 г. эта система официально используется в России для целей навигации и обороны.

Пиксел, пэл, пиксель (pixel, pel) — сокращение от англ. «picture element* («элемент изображения») — элемент изображения, наименьшая из его составляющих, получаемая в результате дискретизации изображения (разбиения на далее неделимые элементы — дикреты, ячейки или точки *растра*). **В ГИС:** 2-мерный пространственный объект, далее неделимый элемент координатной плоскости, используемый в *растровой модели (данных)*.

Пространственные данные, географические данные, геоданные, геопространственные данные (spatial data, geographic(al) data, geospatial data, georeferenced data) — 1) цифровые данные о *пространствен-*

ных объектах, включающие сведения об их местоположении и свойствах, пространственных и непространственных **атрибутах**. Обычно состоят из двух взаимосвязанных частей: позиционных данных и непозиционных данных; иначе говоря — описания пространственного положения и тематического содержания данных, тополого-геометрических и атрибутивных данных. В **векторных топологических моделях (данных)** полное описание П.д. складывается из взаимосвязанных описаний топологии, геометрии и атрибутики объектов. П.д. вместе с их семантическим окружением составляют основу **информационного обеспечения** ГИС; 2) любые пространственно-координированные данные, включающие не только данные в первом значении (существующие, созданные и обрабатываемые в среде ГИС), но и цифровые изображения, **цифровые карты**, каталоги координат пунктов опорной геодезической сети и др. данные, принадлежащие предметной области и технологиям **геоматики**.

Пространственный анализ, геоанализ (spatial analysis) — группа функций, обеспечивающих анализ размещения, связей и иных пространственных отношений пространственных объектов, включая **анализ зон видимости/невидимости, анализ соседства, анализ сетей**, создание и обработку **цифровых моделей рельефа**, П.а. объектов в пределах **буферных зон** и др.

Разрешение, разрешающая способность, пространственное разрешение (resolution, spatial resolution) — способность измерительной системы (устройства съема данных — сенсора, приемника или устройства отображения) обеспечивать различение деталей объекта или его изображения и мера, используемая для оценки Р. как размера наименьшего из различаемых объектов (элементов Р.) и выражающаяся в числе точек на дюйм, DPI (например, для матричных или лазерных принтеров), в числе линий на дюйм (LPI), см или мм (для материалов дистанционного зондирования, устройств построчного **сканирования** изображений), в числе строк и столбцов **растра** видеоэкрана, в угловом или линейном размере **пиксела**, в размере наименьшего из различаемых объектов на местности (в м, км). В **дистанционном зондировании**, кроме пространственного Р., которое зависит от освещенности снимаемых объектов, их яркости, спектральных характеристик и технических параметров съемки, различают температурное, угловое, спектральное Р. (палитра и количество оттенков), радиометрическое Р. (число градаций яркости, фиксируемых системой), временное Р. (минимальный промежуток времени, через который возможно повторное проведение съемки).

3.7. Методические указания к самостоятельной работе студента

На самостоятельное изучение студентами вынесены темы и вопросы, позволяющие организовать плодотворную работу со студентами на практических занятиях и семинарах, а также выносимые на тестирование и семестровый экзамен по предмету.

	Тема	Количество часов	Форма контроля	Сроки
	История развития ГИС	4	Модуль 1	На 2 практическом занятии
	ГИС в России	4	Модуль 1	На 3 практическом занятии
	Основные черты настольной ГИС	6	Модуль 2	На 5 практическом занятии
	Глобальная система позиционирования	8	Модуль 3	На 6 практическом занятии
	ГИС в охране природы	6	Модуль 3	На 7 практическом занятии
	Технологии создания цифровых карт	6	Модуль 4	На 8 практическом занятии

ТЕМЫ РЕФЕРАТОВ ПО КУРСУ «Геоинформационные системы»

1. ГИС и геология
2. ГИС и земельный кадастр
3. ГИС и лесная отрасль
4. ГИС и экология
5. ГИС и муниципальное управление
6. ГИС и инженерные коммуникации
7. ГИС в силовых структурах.
8. Атласные информационные системы
9. ГИС и глобальная система позиционирования
10. ГИС и Интернет
11. Системы поддержки принятия решений

3.9. Рекомендуемая литература

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Основы геоинформатики. В 2 книгах, под.ред. В.С.Тикунова., Москва: Academia, 2004
2. Геоинформатика. Под.ред. В.С.Тикунова., Москва: МГУ. 2006
3. Введение в геоинформационное картографирование. А.Н.Дмитриев, А.В. Шитов. РИО ГАГУ, 2001.

Дополнительная литература

4. GeoDraw. Руководство пользователя. М.:1997.
5. GeoGraph. Руководство пользователя. М.:1997.
6. ГИС-обозрение.
7. Изучение ГИС. Методология ARC/INFO. 1995.
8. Основы ГИС. Теория и практика. WinGis. М.:1995.
9. А.М.Берлянт. Геоиконика. М. 1996.
- 10.Ю.К. Королев Общая геоинформатика. М. 1998.
11. Информационный бюллетень ГИС-ассоциации.

3.7 ОБОРУДОВАНИЕ И ПРОГРАММНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.3.1. Оборудование

Компьютеры, расположенные в компьютерном классе № 212 «А» и имеющие следующие характеристики:

Celeron 1300 (256 kb, 100MHz) FC-PGA 2 box\ 128 Mb pin SDRAM PC 133 JetRAM 8-чиповая\ 40 Gb Seagate ST3400 16 A\ 3,5”\ 64 Mb Chaintech\ 52 speed Aopen oem\ DAEWOO смс 142 7x - 1 шт.;

AMDk5-75\ 16 Mb\ 1,2 Г\ 3,5 “\ S3TRIO 64 V+\ DAEWOO смс 142 7x - 3 шт.;

AMDk5-75\ 16 Mb\ 1,2 Г\ 3,5 “\ S3TRIO 64 V+\ Mitsumi 32x\ DAEWOO смс 142 7x - 1 шт.;

i166\ 16 Mb\ 2,0 Г\ 3,5”\ S3TRIO 64 V+\ DAEWOO смс 142 7x - 3 шт.;

3.3.2. Программно-методическое обеспечение

1. ГИС Arc View 3.2a

4. КОНТРОЛЬ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ

4.1. ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ, ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. Понятие ГИС

2. Работа со слоями и темами
3. Работа с векторными данными
4. Работа с растровыми данными
5. Работа с ГИС Arc View
6. Работа с атрибутивными таблицами
7. Работа с геопространственными данными
8. Работа с вводом данных в ГИС
9. Построение карт
10. Понятие векторных данных
11. Понятие растровых данных
12. Данные дистанционного зондирования

5. Контрольно-измерительные материалы

5.1. Примерные тесты итогового контроля

Вариант I

Указания студенту по выполнению теста

Напишите Вашу фамилию, номер группы и дату. Для ответа на вопрос с выбором варианта ответа достаточно написать номер вопроса и рядом литер буквы, обозначающей правильный вариант из предложенных в тексте ответов на вопрос. Если Вы считаете правильными два варианта ответа, то запишите через запятую соответствующие литеры букв. В вопросах без выбора ответов надо описать либо свои последовательные действия, либо написать последовательность команд (алгоритма) исполнителю.

1. Геоинформационные системы это -
 - a) Группа взаимосвязанных элементов и процессов;
 - b) Система, выполняющая процедуры над данными;
 - c) Информационная система, использующая географически координированные данные

2. Геопространственные данные это -
 - a) характеристики географического положения
 - b) характеристики компьютера
 - c) характеристики программы

3. Базовым элементом векторной модели данных является –
 - a) точка
 - b) прямая
 - c) вектор

4. Базовые типы объектов векторных данных–
 - a) пиксель
 - b) точка, линия, полигон
 - c) строка
5. Какие компоненты содержат географические данные:
 - a) Местоположения, свойства, время, пространственные отношения
 - b) Характеристики высоты
 - c) Географические координаты
6. Геопространственные данные это:
 - a) Изображения
 - b) Диаграммы
 - c) Координаты объекта и их свойства
 - d) Растры
7. Пространственные объекты могут быть сгруппированы в:

- a) Слои
 - b) Ландшафты
 - c) Координаты
 - d) Векторы
8. Растровая модель данных разбивает изучаемый растр на :
- a) Ячейки
 - b) Слои
 - c) Векторы
9. Преимущества векторной модели данных:
- a) Компактная структура
 - b) Качественная графика
 - c) Топология
 - d) Все вышеперечисленное
10. Что определяет геометрическое местоположение векторных объектов:
- a) Точка
 - b) Пиксель
 - c) Растр
 - d) Вектор
11. Источники пространственных данных:
- a) Произвольная выборка
 - b) Систематическая выборка
 - c) Упорядоченная выборка
 - d) Все вышеперечисленное
12. Ввода данных в ГИС включает:
- a) Сбор, редактирование
 - b) Координирование
 - c) Геокодирование
 - d) Анализ
 - e) А, d, c
 - f) А, b, c
13. Геоинформационные системы это -
- a) Группа взаимосвязанных элементов и процессов;
 - b) Система, выполняющая процедуры над данными;
 - c) Информационная система, использующая географически координированные данные

Вариант II

Указания студенту по выполнению теста

Напишите Вашу фамилию, номер группы и дату. Для ответа на вопрос с выбором варианта ответа достаточно написать номер вопроса и рядом литер буквы, обозначающей правильный вариант из предложенных в тексте ответов на вопрос. Если Вы считаете правильными два варианта ответа, то запишите через запятую соответствующие литеры букв. В вопросах

без выбора ответов надо описать либо свои последовательные действия, либо написать последовательность команд (алгоритма) исполнителю.

1. Геоинформационное картографирование это –
 - a) автоматизированное создание и использование карт на основе географических информационных систем и баз картографических данных
 - b) Использование атласов и карт
 - c) Использование геоинформационных систем

2. Растровая графика это –
 - a) Изображения состоят из точек различной интенсивности
 - b) Изображения состоят из линий
 - c) Изображения состоят из векторов

3. Фрактальная графика основана на
 - a) линии
 - b) формуле
 - c) точке

4. Типы систем ввода данных –
 - a) картографические, цифровые
 - b) с клавиатуры, координатная геометрия, ручное цифрование, сканирование
 - c) данные дистанционного зондирования
5. Природа географических данных:
 - a) Ландшафты
 - b) Положение объекта, атрибуты, время, пространственные отношения
 - c) Почвы
 - d) Климат
6. Растровые графические объекты, полученные с помощью графических редакторов, сканера, цифровой фотокамеры называют:
 - a) Рисунками
 - b) Палитрой
 - c) Изображениями
 - d) Компьютерной графикой
7. Элементы базы пространственных данных:
 - a) Реальный объект
 - b) Смоделированный объект
 - c) Объект базы данных
 - d) Все вышеперечисленные характеристики
8. Базовый примитив векторной модели:
 - a) Растр
 - b) Вектор
 - c) Точка

- d) Не знаю
9. Преимущества растровой модели данных:
- a) Простая структура данных
 - b) Возможность работы со сложными структурами
 - c) Работа с космоснимками
 - d) Все вышеперечисленное
10. Геоинформационные системы это -
- A) Группа взаимосвязанных элементов и процессов;
 - b) Система, выполняющая процедуры над данными;
 - c) Информационная система, использующая географически координированные данные
11. Геопространственные данные это -
- a) характеристики географического положения
 - b) характеристики компьютера
 - c) характеристики программы
12. Базовым элементом векторной модели данных является –
- a) точка
 - b) прямая
 - c) вектор
13. Базовые типы объектов векторных данных–
- a) пиксель
 - b) точка, линия, полигон
 - c) строка
14. Геоинформационное картографирование это –
- a) автоматизированное создание и использование карт на основе географических информационных систем и баз картографических данных
 - b) Использование атласов и карт
 - c) Использование геоинформационных систем
15. Типы систем ввода данных –
- a) картографические, цифровые
 - b) с клавиатуры, координатная геометрия, ручное цифрование, сканирование
 - c) данные дистанционного зондирования