

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Ярославский государственный университет им. П. Г. Демидова

**А. В. Грачев**  
**В. Ю. Орлов**

# **Информационные технологии в экологии и природопользовании**

*Учебное пособие*

*Рекомендовано*  
*Научно-методическим советом университета*  
*для студентов, обучающихся по направлению*  
*Экология и природопользование*

Ярославль  
ЯрГУ  
2013

**Владимир Юрьевич Орлов  
Александр Владимирович Грачев**

**Информационные  
технологии в экологии  
и природопользовании**

*[http://www.litres.ru/pages/biblio\\_book/?art=16934369](http://www.litres.ru/pages/biblio_book/?art=16934369)*

*Информационные технологии в экологии и природопользовании.*

*Учебное пособие: ЯрГУ; Ярославль; 2013*

*ISBN 978-5-8397-0960-7*

**Аннотация**

В настоящем пособии рассмотрены вопросы применения ГИС и статистических методов при решении проблем экологии и природопользования.

# Содержание

Введение	4
1. ГИС: определение, понятие	7
1.1. Пространственные данные	11
1.2. Типовые вопросы	15
2. Классификация и структура ГИС	16
3. Применение ГИС	20
3.1. Применение ГИС в природоохранной деятельности	22
Конец ознакомительного фрагмента.	23

# **Александр Грачев, Владимир Орлов Информационные технологии в экологии и природопользовании**

## **Введение**

Сегодня является несомненной необходимостью широко применения компьютерных технологий в различных областях человеческой деятельности, и в частности в охране окружающей среды. Наиболее значимыми областями являются геоинформационные системы, связанное с ними моделирование природных и техногенных процессов, а также системы подготовки, обработки и анализа данных.

Геоинформационные системы (ГИС) активно используются для решения научных и практических задач, включая планирование и управление на городском, региональном и федеральном уровнях, комплексное многоаспектное изучение природно-экономического потенциала регионов, инвентаризацию природных ресурсов, проектирование транспорт-

ных магистралей и нефтепроводов, экологический мониторинг, обеспечение безопасности человека и т. д. Опыт использования позволяет констатировать **широкий спектр и эффективность применения геоинформационных систем в профессиональной деятельности современного специалиста.**

Развитие общества, усложнение его инфраструктуры требуют тщательного и продуманного управления ресурсами, овладения новыми средствами и методами обработки информации. Это методы обработки и анализа пространственной информации, методы оперативного решения задач управления, оценки и контроля изменяющихся процессов. Таким образом, существенным является следующий фактор: **методы и средства обработки информации, обеспечивающие высокую наглядность отображения разнородной информации, мощность и удобство инструментария для анализа реальности, предоставляемые геоинформационными системами.**

Взрыв интереса к геоинформационным системам, стремительность их внедрения, обширность сферы применения, включение их в ряд крупнейших государственных программ, стратегическое значение геоинформатики дают ей право претендовать на место одной из наиболее перспективных информационных технологий.

Особое место ГИС занимают в природоохранной деятельности, являясь основной системой поддержки принятия ре-

шений.

# 1. ГИС: определение, понятие

**Геоинформационная система – это совокупность аппаратно-программных средств и алгоритмических процедур, предназначенных для сбора, ввода, хранения, обработки, математико-картографического моделирования и образного представления пространственно-координированных данных.**

Также геоинформационной системой называют программный комплекс, в котором реализованы следующие функциональные возможности:

**1. Ввод данных**, например путем импорта из существующих наборов данных или цифрования источников.

**2. Преобразование данных**, включая конвертирование из одного формата в другой, трансформацию картографических проекций.

**3. Хранение и управление данными в базах данных**, включая ввод, хранение, манипулирование, обработку запросов (в том числе пространственных), поиск, выборку, сортировку, обновление, сохранение целостности, защиту данных и создание базы метаданных.

**4. Картометрические операции** (вычисление расстояний между объектами, длин кривых, периметров или площадей).

**5. Операции оверлея** (взаимодействие слоев с получе-

нием результирующего изображения, например вычитание одних объектов из других, добавление и т. п.).

**6. Пространственный анализ** (анализ зон видимости, соседства, создание цифровых моделей рельефа, буферных зон, анализ сетей и т. п.).

**7. Пространственное моделирование и визуализация** исходных данных или данных, полученных в результате обработки. Построение и использование моделей пространственных объектов, их взаимосвязей и динамики процессов (математикостатистический анализ пространственных размещений и временных рядов, межслойный корреляционный анализ взаимосвязей разнотипных объектов и т. п.). Построение трехмерных изображений местности, генерация линий, интерполяция высот и пр.

**8. Проектирование и создание картографических изображений, графических, табличных или текстовых данных**, их сохранение в электронном виде и вывод на печать.

**9. Обслуживание процесса принятия решений**, например построение моделей изменения ситуации во времени с учетом текущих значений, наличие готовых сценариев реагирования (для аварийных ситуаций) и т. д.

Геоинформационные системы могут рассматриваться по принадлежности к определенным классам программного обеспечения.

– Как **системы управления ГИС** предназначены для

обеспечения принятия решений по оптимальному управлению землями и ресурсами, управлению транспортом, использованию водоемов и других пространственных объектов.

– Как **автоматизированные информационные системы** ГИС объединяют ряд технологий известных информационных систем типа систем автоматизированного проектирования (САПР), автоматизированных справочно-информационных систем (АСИС) и др.

– Как **геосистемы** ГИС включают технологии (в первую очередь технологии сбора информации) систем картографической информации (СКИ), автоматизированных систем картографирования (АСК), земельных информационных систем (ЗИС), автоматизированных кадастровых систем (АКС) и др.

– Как **системы баз данных** ГИС объединяют и базы обычной (цифровой или текстовой) информации, и графические базы.

– Как **системы моделирования** ГИС используют большое количество методов и процессов моделирования, применяемых в различных автоматизированных системах.

– Как **системы получения проектных решений** ГИС во многом применяют методы автоматизированного проектирования и решают ряд специальных задач, которые в типовом автоматизированном проектировании не встречаются.

– Как **системы представления информации** ГИС

являются развитием автоматизированных систем документального обеспечения с использованием современных технологий мультимедиа.

# 1.1. Пространственные данные

**Данные** – это совокупность фактов и сведений, представленных в каком-либо формализованном виде (в количественном или качественном выражении) для их последующего использования в какой-либо области человеческой деятельности, например в науке. Это сведения дискретные и достаточно ценные для того, чтобы их сформулировать и точно зафиксировать. Такие описания должны быть пригодны для обработки автоматическими средствами (при возможном участии человека).

ГИС работают с пространственными данными. **Пространственные данные** – цифровые данные о пространственных объектах, включающие сведения об их местоположении и свойствах. Обычно состоят из двух взаимосвязанных частей: описание пространственного положения (**координатные данные**) и тематического содержания (**атрибутивные данные**). Пространственные данные составляют основу информационного обеспечения ГИС. Они могут быть получены путем традиционного картографирования, спутниковой и аэрофотосъемки, с помощью приемников данных глобальной системы позиционирования и т. д.

Природа географических данных:

– **географическое положение** пространственных объектов представляется 2-, 3- или 4-мерными координатами

в географически соотнесенной системе координат (широта/долгота);

– **свойства (атрибуты)** являются описательной информацией. Атрибутивная информация может быть самой различной, например: для городского здания – количество этажей, год постройки, принадлежность определенному владельцу, организации, которые в этом здании находятся и т. д.; для реки – скорость течения, запасы рыбы, загрязненность и пр.;

– **пространственные отношения** определяют внутреннее взаимоотношения между пространственными объектами (направление, расстояние, вложенность);

– **временные характеристики** представляются в виде сроков получения данных, они определяют их жизненный цикл, изменение свойств во времени, определяют актуальность данных.

Данные в геоинформационных системах хранятся в базах данных.

**База данных (БД)** – совокупность данных, организованных по определенным правилам, устанавливающим общие принципы описания, хранения данных и манипулирования ими. Хранение данных в БД обеспечивает централизованное управление, соблюдение стандартов, безопасность и целостность данных, сокращает избыточность и устраняет противоречивость данных. Создание БД и обращение к ней (по запросам) осуществляются с помощью **системы управления**

**базами данных (СУБД).** Средствами СУБД поддерживаются различные операции с данными, включая ввод, хранение, манипулирование, обработку запросов, поиск, выборку, сортировку, обновление, сохранение целостности и защиту данных от несанкционированного доступа или потери. Обычно в ГИС используются **реляционные СУБД**, в которых пользователь воспринимает данные как таблицы.

Каждая реляционная таблица представляет собой двумерный массив и обладает следующими свойствами:

- каждый элемент таблицы – один элемент данных;
- все ячейки в столбце таблицы однородны, т. е. все элементы в столбце имеют один тип (числовой, символьный и т. д.);
- каждый столбец имеет уникальное имя;
- одинаковые строки в таблице отсутствуют;
- порядок следования строк и столбцов может быть произвольным.

**Основополагающими элементами базы данных** являются смоделированные элементы действительности.

Информационную основу ГИС составляют данные из следующих основных источников:

- **Текстовые** (отчеты экспедиций, статьи, книги) и **статистические материалы** (государственная статистика, данные переписи населения, справочники, каталоги и кадастры).
- **Картографические источники** (топографические,

политические, административные и пр.). В геоинформатике эти карты служат для получения информации об объектах и их картографической привязки.

– **Дистанционное зондирование.** В настоящее время имеются снимки всей поверхности Земли, полученные со **спутников дистанционного зондирования** (космические снимки) с метровым разрешением. Эти данные могут быть получены не только в области видимого света, но и в других в электромагнитных диапазонах (инфракрасном, радио). Для получения снимков с большим масштабом используются данные **аэрофотосъемки**.

– **Данные глобальной системы позиционирования** (GPS, ГЛОНАСС). Приемники GPS дают возможность оперативно получать координаты.

## 1.2. Типовые вопросы

**1. Место.** Вопрос состоит в выяснении, что находится в данном месте. Место может быть определено по географическим координатам, по названию местности, по почтовому коду.

**2. Условие.** Где нечто находится? Для ответа требуется пространственный анализ. Например, необходимо определить место (одно или несколько), в котором удовлетворяются некоторые условия (например, нужно найти площадку более  $2\ 000\ \text{м}^2$  в пределах 100 м от дороги, подходящую для строительства).

**Тенденции.** Что изменилось? Вопрос представляет собой попытку определить временные изменения на определенной площади (например, как меняется картина загрязнения района на протяжении года).

**Структуры.** Какие пространственные структуры (распределения) существуют? Построение площадных объектов на основе дискретных точек.

**Моделирование.** Что, если..? Это вопрос ставят, если хотят, например, выяснить, как повлияет изменение или добавление фактора на общую структуру, например что произойдет, если к существующей сети добавить новую дорогу или если токсичное вещество просочится в грунтовые воды.

## 2. Классификация и структура ГИС

С точки зрения геоинформатики классификацию всех информационных систем можно представить в виде таксономического дерева:

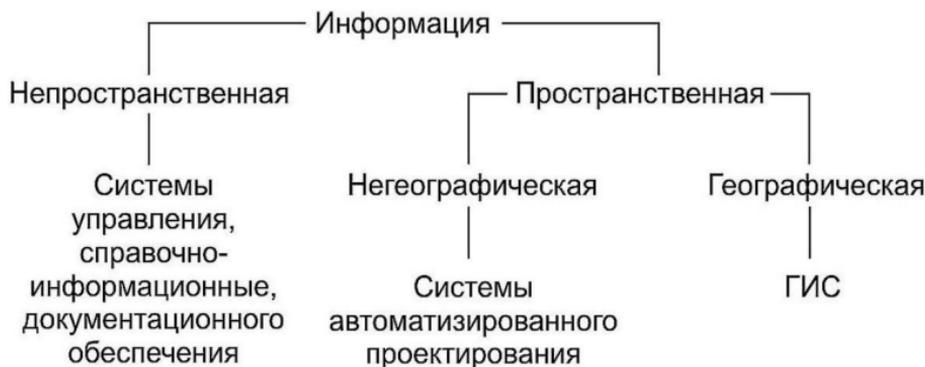


Схема 1. Классификация информационных систем

**По территориальному охвату** различаются глобальные ГИС, национальные ГИС, зачастую имеющие статус государственных, региональные ГИС и локальные ГИС. ГИС различаются **по предметной области** информационного моделирования, например: муниципальные ГИС, природоохранные ГИС, инженерные и т. п. Проблемная ориентация ГИС определяется решаемыми в ней задачами (научными и прикладными), среди них инвентаризация ресурсов (в том числе кадастр), анализ, оценка, мониторинг, управление и пла-

нирование, поддержка принятия решений.

По другому признаку классификации в настоящее время в применяются 2 типа ГИС: **топологические и нетопологические**. Первые способны обрабатывать информацию, связанную с категориями соседства, включенности (различают правую и левую стороны объектов), вторые – нет. Пример первого типа – линейка продуктов ArcGIS компании ESRI и подобные ей системы. Пример второго типа – ГИС Mapinfo. Оба программных продукта также могут иллюстрировать другую дифференцировку – по области применения. Первые в основном решают задачи аналитического и мониторингового характера, поскольку обладают большим числом интегрированных функций, возможностью автоматизации процедур и даже создания экспертно-аналитических автоматизированных систем. Подобные Mapinfo программы более приспособлены для подготовки картографических материалов.

Логически и организационно во всех ГИС можно выделить несколько конструктивных подсистем, выполняющих определенные функции.



## Схема 2. Функциональная структура ГИС

**Система ввода** представляет собой аппаратные средства (клавиатура, мышь, дигитайзер, сканер, приемник GPS и т. д.) и интерфейс ввода данных. Затем координатные и атрибутивные данные хранятся в соответствующих **базах данных** и по запросу **систем управления и обработки и визуализации** используются для осуществления всевозможных (математических, логических, аналитических, статистических) операций. **Система вывода** позволяет выводить результаты этих операций на монитор, печатать, передавать их через Интернет или сохранять для использования в других программах.

В историческом аспекте нарастание функциональных возможностей ГИС происходило по линии от инвентаризации через анализ и моделирование к управлению.

**Основные требования**, предъявляемые к ГИС:

1. Охват всех сторон информационного, программного, технического обеспечения, проявляющихся в процессе эксплуатации системы, возможность обработки массивов неоднородной пространственно-координированной информации и способность поддерживать базы данных для широкого класса географических объектов.

2. Комплексный характер системы. Основное преимущество геоинформационных технологий по сравнению с традиционными методиками состоит в возможностях совместного

го анализа больших групп параметров в их взаимной связи, что очень важно для изучения сложных географических явлений и процессов.

3. Открытость системы, обеспечивающая легкость модификаций и адаптации к новым условиям для поддержания ее на современном уровне не только разработчиками, но и пользователями.

### 3. Применение ГИС

ГИС используются для решения разнообразных задач, основные из которых можно сгруппировать следующим образом:

- обеспечение деятельности органов законодательной и исполнительной власти, силовых структур;
- обеспечение комплексного и отраслевого кадастра (земельного, водного, лесного, недвижимости и т. д.);
- поиск и рациональное использование природных ресурсов;
- территориальное, отраслевое, муниципальное планирование и управление;
- природопользование, мониторинг экологических ситуаций, оценка техногенных воздействий, экологическая экспертиза;
- научные исследования и образование;
- контроль условий жизни населения, здравоохранение и рекреация;
- картографирование (комплексное и отраслевое);
- использование в торговле и маркетинге, бизнесе.

Широко применяется ГИС в узковедомственных, потребительских сферах: транспорт, ценообразование, туризм, торговля, справочные услуги.

Таким образом, ГИС по назначениям и функциям явля-

ется многоцелевой и ориентирована на обеспечение географическими и другими данными широкого круга организаций и граждан.

К потенциальным потребителям геоинформации относятся:

- структуры власти;
- планирующие органы;
- инспекции и контрольные органы;
- юридические и правоохранительные органы;
- природоохранные организации;
- архитектурно-планировочные и земельные службы города;
- организации, эксплуатирующие коммуникации или транспорт;
- научно-исследовательские и проектные институты;
- строительные организации;
- торговые организации;
- частные предприниматели и лица.

## **3.1. Применение ГИС в природоохранной деятельности**

В ходе экологического мониторинга осуществляется сбор и совместная обработка данных, относящихся к различным природным средам, моделирование и анализ экологических процессов и тенденций их развития, использование данных при принятии решений по управлению качеством окружающей среды. Таким образом, в природоохранной деятельности ГИС являются мощным средством поддержки принятия управленческих решений.

# Конец ознакомительного фрагмента.

Текст предоставлен ООО «ЛитРес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на ЛитРес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.