

А.Г. Карманов, А.И. Кнышев, В.В.Елисеева

## ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ ТЕРРИТОРИАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ



Санкт-Петербург  
2015

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

А.Г. Карманов, А.И. Кнышев, В.В.Елисеева

**ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ  
ТЕРРИТОРИАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ**

Учебное пособие

 УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

Санкт-Петербург

2015

Карманов А.Г., Кнышев А.И., Елисеева В.В. Геоинформационные системы территориального управления: Учебное пособие – СПб: Университет ИТМО, 2015. – 121 с.

Учебное пособие посвящено геопространственному моделированию объектов с помощью ГИС и использование сопровождаемой их семантической информации. Кроме того вопросам сбора и подготовки географических данных, организации данных в геоинформационных системах, основы геопространственного анализа, которые составляют содержание учебной дисциплины "Геоинформационные системы территориального управления".

Учебное пособие рекомендовано для магистров направления подготовки 11.04.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи», магистерская программа «Геоинформационные системы».



**Университет ИТМО** – ведущий вуз России в области информационных и фотонных технологий, один из немногих российских вузов, получивших в 2009 году статус национального исследовательского университета. С 2013 года Университет ИТМО – участник программы повышения конкурентоспособности российских университетов среди ведущих мировых научно-образовательных центров, известной как проект «5 в 100». Цель Университета ИТМО – становление исследовательского университета мирового уровня, предпринимательского по типу, ориентированного на интернационализацию всех направлений деятельности.

© Университет ИТМО, 2015

© Карманов А.Г., Кнышев А.И., Елисеева В.В., 2015

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ.....</b>	<b>5</b>
<b>РАЗДЕЛ 1. ТЕРРИТОРИАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ. ОСНОВЫ.....</b>	<b>6</b>
<b>Территориальные информационные системы управления.....</b>	<b>6</b>
<b>    Геоинформационный и пространственный анализ территорий ....</b>	<b>10</b>
Виды геоинформационного анализа .....	11
Современные подходы к созданию ГИС .....	15
Информационная система обеспечения градостроительной деятельности....	19
Этапы создания геоинформационного проекта .....	20
<b>    Электронные кадастровые карты.....</b>	<b>22</b>
Единая автоматизированная информационная система комплексного использования геоинформационных кадастровых данных .....	22
Кадастровая карта (план).....	23
<b>    ГИС для управления городами и территориями. ....</b>	<b>23</b>
ГИС в земельном кадастре .....	23
ГИС в сельском хозяйстве.....	24
Нормативно-правовая база градостроительной деятельности .....	29
Классификация и типология городов.....	31
Городские территории. ....	34
Градостроительное прогнозирование. ....	37
Зонирование .....	43
Классификация городских территорий.....	48
Градостроительная информация.....	51
Методы оценки градостроительных решений .....	53
Процесс и структура управления использованием городских территорий. ...	66
<b>    Применение ГИС-технологий при разработке градостроительной     документации .....</b>	<b>70</b>
Моделирование территории в ГИС .....	70
ГИС в управлении территориальным развитием.....	72
Развитие ГИС как базиса для внедрения геотехнологий в управление территориальным развитием. ....	72
Информационная система поддержки принятия управленческих решений на основе ГИС и Web-технологий.....	75
<b>    Концепция ГИС территориального управления.....</b>	<b>78</b>
Виды ГИС территориального управления.....	78
Виды базы геоданных территориального управления. ....	79
Тематические слои и наборы данных .....	82

Вид геовизуализации. ....	83
Вид геообработки. ....	86
<b>ГИС - как распределенная информационная система .....</b>	<b>92</b>
ГИС-сети .....	93
Каталоги ГИС-порталов .....	94
Состав современной платформы ГИС. ....	95
Развитие ГИС.....	96
Настольные ГИС .....	99
Серверные ГИС .....	99
Встраиваемые ГИС .....	100
Мобильные ГИС.....	101
База геоданных .....	102
Технологии ArcGis в территориальном управлении .....	102
ArcMap.....	105
Виды в ArcMap .....	107
<b>Контрольные вопросы по Разделу 1 «Территориальное управление. Основы».....</b>	<b>117</b>
<b>РАЗДЕЛ 2. «ТЕРРИТОРИАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ. ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ГИС ТЕРРИТОРИАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ» .....</b>	<b>120</b>
<b>Контрольные вопросы по Разделу 2. «Территориальное управление. Практическое применение ГИС территориального управления».....</b>	<b>124</b>

## Введение

Целью освоения дисциплины является получение студентами знаний о информационной системе обеспечения градостроительной деятельности, нормативно-правовой базе градостроительной деятельности, применении ГИС в земельном кадастре и в сельском хозяйстве, управлении городскими территориями, структуре городских территорий, градостроительном прогнозировании, оценке городских территорий и земель, принципах территориального управления и планирования, территориальных информационных системах управления, использовании электронных кадастровых карт, геоинформационном и пространственном анализе, автоматизации оценки городских территорий, применении ГИС в управлении территориальным развитием.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с геоинформационными системами, управлением территориями, в том числе с городскими, ситуационным анализом и прогнозированием, применением геоинформационных систем для управления различными видами территорий.

В результате изучения дисциплины студенты должны обладать рядом специализированных умений, в том числе уметь производить ситуационное моделирование, применять нормативно-правовую базу, производить градостроительный прогноз и управление процессами реализации проектных решений, применять геоинформационные технологии для решения вопросов выделения или изъятия земельных участков, выполнять оценочное моделирование, использовать информацию, полученную с помощью GPS мониторинга, производить автоматизацию оценки городских территорий, применять и использовать трехмерные модели объектов, производить экспорт документов в специализированном ПО, использовать электронный архив импортируемых и экспортируемых документов.

Также изучение дисциплины предполагает получение студентами навыков применения специализированного программного обеспечения для решения вопросов территориального управления, решения задачи транспортной доступности, автоматического построения трехмерных объектов, построения зон транспортной доступности, расчета площадей по выбранным участкам цифровой или электронной карты, производства моделирование различных ситуаций, в том числе чрезвычайных, производить анализ результатов моделирования.

Дисциплина нацелена на формирование общекультурных компетенций ОК.СЛ.1 (способен совершенствовать и повышать свой интеллектуальный и общекультурный уровень, воспринимать и генерировать новые идеи), ОК.СЛ.2 (способен к самостоятельному обучению новым методам исследования, к изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности), ОК.СЛ.3 (способен работать в коллективе, проявлять инициативу,

руководить и брать на себя ответственность, направлять деятельность коллектива), ОК.СЛ.4 (способен адаптироваться к новым ситуациям, переоценивать накопленный опыт, анализировать свои возможности), ОК.ОН.2 (способен применять современный инструментарий математического исследования, методы анализа и оптимизации процессов и систем), ОК.И.3 (способен самостоятельно приобретать и использовать с помощью информационных технологий новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности), профессиональных компетенций ПК.ОП.1 (способен демонстрировать профессиональные навыки работы в научном коллективе, порождать новые идеи (креативность); способен анализировать, синтезировать и критически резюмировать информацию), ПК.ОП.2 (способен осознавать и формулировать основные проблемы своей предметной области, применять универсальные методы и средства для их решения), ПК.ОП.5 (способен профессионально эксплуатировать и обслуживать современное телекоммуникационное оборудование), ПК.НИ.4 (готов представлять результаты исследования в форме научно-технических отчетов, рефератов, публикаций и публичных обсуждений; интерпретировать и представлять результаты научных исследований, в том числе на иностранном языке; готов составлять практические рекомендации по использованию результатов научных исследований), профессиональных компетенций профиля подготовки ПК.НИ.ПП.1(способен разрабатывать и реализовывать эффективные алгоритмы обработки фотопланов, структурных моделей рельефов, моделировать геометрические сети и анализировать результаты дистанционного зондирования Земли), ПК.НИ.ПП.2(способен исследовать, разрабатывать, адаптировать и оптимизировать задачи на основе проведенного геоинформационного анализа), ПК.ОУ.ПП.2(способен к участию в работах по организации геодезического обеспечения, информационной безопасности ГИС), выпускника.

## **Раздел 1. Территориальное управление. Основы.**

### ***Территориальные информационные системы управления***

Информационная система управления – это совокупность информации, экономико-математических методов и моделей, технических, программных, других технологических средств и специалистов, а также предназначенная для обработки информации и принятия управленческих решений.

Классификация информационных систем управления зависит от видов процессов управления, уровня управления, сферы функционирования экономического объекта и его организации, степени автоматизации управления.

Основными классификационными признаками автоматизированных информационных систем являются:

- уровень в системе государственного управления;
- область функционирования экономического объекта;
- виды процессов управления;
- степень автоматизации информационных процессов;
- уровень структурированности решаемых задач;
- характер использования информации.

В соответствии с признаком классификации по уровню государственного управления автоматизированные информационные системы делятся на федеральные, территориальные (региональные) и муниципальные ИС, которые являются информационными системами высокого уровня иерархии в управлении.

ИС федерального значения решают задачи информационного обслуживания аппарата административного управления и функционируют во всех регионах страны.

Территориальные (региональные) ИС предназначены для решения информационных задач управления административно-территориальными объектами, расположенными на конкретной территории.

Муниципальные ИС функционируют в органах местного самоуправления для информационного обслуживания специалистов и обеспечения обработки экономических, социальных и хозяйственных прогнозов, местных бюджетов, контроля и регулирования деятельности всех звеньев социально-экономических областей города, административного района и т. д.

Классификация по области функционирования экономического объекта ориентирована на производственно-хозяйственную деятельность предприятий и организаций различного типа. К ним относятся автоматизированные информационные системы промышленности и сельского хозяйства, транспорта, связи, банковские ИС и др.

По видам процессов управления ИС делятся на:

- ИС управления технологическими процессами предназначены для автоматизации различных технологических процессов (гибкие технологические процессы, энергетика и т. д.).
- ИС управления организационно-технологическими процессами представляют собой многоуровневые, иерархические системы, которые сочетают в себе ИС управления технологическими процессами и ИС управления предприятиями.

Наибольшее распространение получили ИС организационного управления, которые предназначены для автоматизации функций управленческого персонала. Учитывая наиболее широкое применение и разнообразие этого класса систем, часто различные информационные системы понимаются именно в этом толковании. К этому классу ИС



относятся информационные системы управления как промышленными фирмами, так и непромышленными экономическими объектами – предприятиями сферы обслуживания. Основными функциями таких систем являются оперативный контроль и регулирование, оперативный учет и анализ, перспективное и оперативное планирование, бухгалтерский учет, управление сбытом и снабжением и решение других экономических и организационных задач.

Интегрированные ИС предназначены для автоматизации всех функций управления фирмой и охватывают весь цикл функционирования экономического объекта: начиная от научно-исследовательских работ, проектирования, изготовления, выпуска и сбыта продукции до анализа эксплуатации изделия.

ИС автоматизированного проектирования (САПР) предназначены для автоматизации функций инженеров-проектировщиков, конструкторов, архитекторов, дизайнеров при создании новой техники или технологии. Основными функциями подобных систем являются: инженерные расчеты, создание графической документации (чертежей, схем, планов), создание проектной документации, моделирование проектируемых объектов.

Корпоративные ИС используются для автоматизации всех функций управления фирмой или корпорацией, имеющей территориальную разобщенность между подразделениями, филиалами, отделениями, офисами и т. д.

ИС научных исследований обеспечивают решение научно-исследовательских задач на базе экономико-математических методов и моделей.

Обучающие ИС используются для подготовки специалистов в системе образования, при переподготовке и повышении квалификации работников различных отраслей экономики.

По степени автоматизации информационных процессов ИС подразделяются на:

- Ручные информационные системы, которые характеризуются отсутствием современных технических средств обработки информации и выполнением всех операций человеком по заранее разработанным методикам.
- Автоматизированные информационные системы — человеко-машинные системы, обеспечивающие автоматизированный сбор, обработку и передачу информации, необходимой для принятия управленческих решений в организациях различного типа.
- Автоматические информационные системы характеризуются выполнением всех операций по обработке информации автоматически, без участия человека, но оставляют за человеком контрольные функции.

Чем точнее математическое описание задачи, тем выше возможности компьютерной обработки данных и тем меньше степень участия человека в процессе ее решения. Это и определяет степень автоматизации задачи.

Различают три типа задач, для которых создаются информационные системы: структурированные (формализуемые), неструктурированные (неформализуемые) и частично структурированные.

Структурированная (формализуемая) задача – задача, где известны все ее элементы и взаимосвязи между ними.

Неструктурированная (неформализуемая) задача – задача, в которой невозможно выделить элементы и установить между ними связи.

В структурированной задаче удастся выразить ее содержание в форме математической модели, имеющей точный алгоритм решения. Подобные задачи обычно приходится решать многократно, и они носят рутинный характер. Целью использования информационной системы для решения структурированных задач является полная автоматизация их решения, т. е. сведение роли человека к нулю. Примером структурированной задачи является, например, расчет заработной платы.

Решение неструктурированных задач из-за невозможности создания математического описания и разработки алгоритма связано с большими трудностями. Возможности использования здесь информационной системы невелики. Решение в таких случаях принимается человеком из эвристических соображений на основе своего опыта и, возможно, косвенной информации из разных источников.

По характеру использования информации различают: информационно-поисковые и информационно-решающие системы.

- Информационно-поисковые системы производят ввод, систематизацию, хранение, выдачу информации по запросу пользователя без сложных преобразований данных. Например, информационно-поисковая система в библиотеке, в железнодорожных и авиа кассах продажи билетов.
- Информационно-решающие системы осуществляют все операции переработки информации по определенному алгоритму. Среди них можно провести классификацию по степени воздействия выработанной результатной информации на процесс принятия решений и выделить два класса: управляющие и советуемые.
- Управляющие ИС вырабатывают информацию, на основании которой человек принимает решение. Для этих систем характерны тип задач расчетного характера и обработка больших объемов данных. Примером могут служить система оперативного планирования выпуска продукции, система бухгалтерского учета.
- Советующие (экспертные) ИС вырабатывают информацию, которая принимается человеком к сведению и не превращается немедленно в серию конкретных действий. Эти системы обладают более высокой степенью интеллекта, так как для них характерна обработка знаний, а не данных.

Территориальная информационная система (ТИС) – это географическая информационная система, предназначенная для обеспечения процессов выработки оптимальных пространственных

решений на основе использования актуальной, достоверной и комплексной геоинформации и методов геоинформационной обработки данных.

Обобщенная цель создания ГИС состоит в формировании механизма геоинформационного обеспечения систем жизнеобеспечения и социально-экономического развития региона.

Во временном аспекте она подразделяется на три основных цели:

1. Краткосрочная цель – интеграция и комплексное представление разнородной по тематической направленности геоинформации в единое геоинформационное пространство;
2. Среднесрочная цель – обеспечение основных групп потребителей актуальной, достоверной и комплексной геоинформации для оценки состояния территории, сложившейся обстановки и принятия пространственных решений;
3. Долгосрочная цель – внедрение геоинформационных методов моделирования, анализа и прогнозирования непосредственно в процессы выработки пространственных решений с целью их оптимизации, повышения оперативности и обоснованности, более рационального использования имеющихся ресурсов.

Информационное содержание ГИС обосновывается необходимостью информационного представления территории с позиций потребностей ее развития, функционирования экономики, жизнеобеспечения населения.

Укрупненный перечень основных направлений использования ГИС при осуществлении деятельности, связанной с управлением территориями, включает изучение:

- Социально-экономического состояния субъекта РФ;
- Экономики и финансов;
- Экологии, ресурсов и природопользования;
- Транспорта и связи;
- Коммунального хозяйства и строительства;
- Сельского хозяйства;
- здравоохранения, образования и культуры;
- общественного порядка, обороны и безопасности;
- Социально-политического состояния.

### ***Геоинформационный и пространственный анализ территорий***

Геоинформационный анализ – анализ размещения, структуры, взаимосвязей объектов и явлений с использованием методов пространственного анализа и геомоделирования.

Пространственный анализ – группа функций, обеспечивающих анализ размещения, связей и иных пространственных отношений пространственных объектов, включая анализ зон видимости, анализ

соседства, анализ сетей, создание и обработку цифровых моделей рельефа, пространственный анализ объектов в пределах буферных зон и др.

Геомоделирование (геоинформационное моделирование) – творческий процесс создания компьютерной имитационной модели пространственных объектов, процессов или явлений, а также изучение взаимосвязей между ними с использованием геоинформационных систем.

В соответствии с функциональной классификацией ГИС выделяют специализированное программное обеспечение для проведения геоинформационного анализа и моделирования, а также базовое программное обеспечение, которым обладают большинство современных ГИС.

Несмотря на кажущуюся, на первый взгляд, сложность пространственного анализа и моделирования, совершенно любой потребитель геоинформации осуществляет эти операции с использованием как встроенных в ГИС функций, так и с использованием собственных, обладающих спецификой команд, операций, запросов или программных приложений. Наиболее простыми примерами пространственного анализа являются определение местоположения или оптимального маршрута до интересующего пользователя объекта. При поиске товара или услуги пользователи справочно-картографических систем часто осуществляют пространственный анализ с определением близлежащих к ним поставщиков или тех поставщиков, которые находятся в наиболее привлекательной транспортной доступности.

### **Виды геоинформационного анализа**

Основными видами геоинформационного анализа являются: функции работы с базами пространственных и атрибутивных данных, геокодирование, картометрические функции, создание моделей поверхностей, построение буферных зон, оверлейные операции, сетевой анализ, агрегирование данных, зонирование, специализированный анализ.

а) Функции работы с базами пространственных и атрибутивных данных:

- Редактирование структуры базы данных;
- Ввод данных, обновление, редактирование, генерация производной информации на основе выполненного пространственного анализа, моделирования, пространственных и атрибутивных запросов;
- Поиск (выборка) объектов по определенному условию (критерию);
- Формирование и редактирование данных;
- Анализ и автоматическая корректура топологической корректности пространственных данных (определение самопересечений, наложений площадных объектов, пустот между объектами, недоводов линейных объектов, избыточных узлов и т. п.);

б) Геокодирование – метод и процесс позиционирования пространственных объектов относительно некоторой системы координат и

их атрибутов, осуществляемый путем установления связей между непространственными базами данных и позиционной частью БД ГИС.

Таким образом, геокодирование заключается в привязке к карте объектов, расположение которых в пространстве задается сведениями из таблиц баз данных.

Простейшим геокодированием является отображение на электронной карте одним символом объектов, удовлетворяющих запросу, который задал пользователь для их атрибутивной базы данных. Примером может служить адресная привязка объектов к карте по определенным атрибутам из базы данных. Более сложное геокодирование может выполняться с использованием больших баз данных, информация из которых привязывается к электронной карте и отображается на ней в определенных условных обозначениях.

В качестве одного из примеров можно привести модель территориального распределения поступивших в СГГА абитуриентов города Новосибирска.

Адреса фактического проживания поступивших в академию студентов были использованы как исходная информация для составления модели. В геоинформационной системе на территорию города Новосибирска было выполнено геокодирование адресной информации и, по полученным данным, составлены схемы распределения плотности студентов в городе (рис. 1).

Из анализа распределения места жительства в городе поступивших в академию студентов следует, что подавляющее большинство – это жители Ленинского и Кировского районов. Чаще всего из районов правобережья поступают студенты, проживающие в непосредственной близости к станциям метро. Таким образом, одним из факторов, влияющим на выбор абитуриентами высшего учебного заведения, является транспортная доступность;

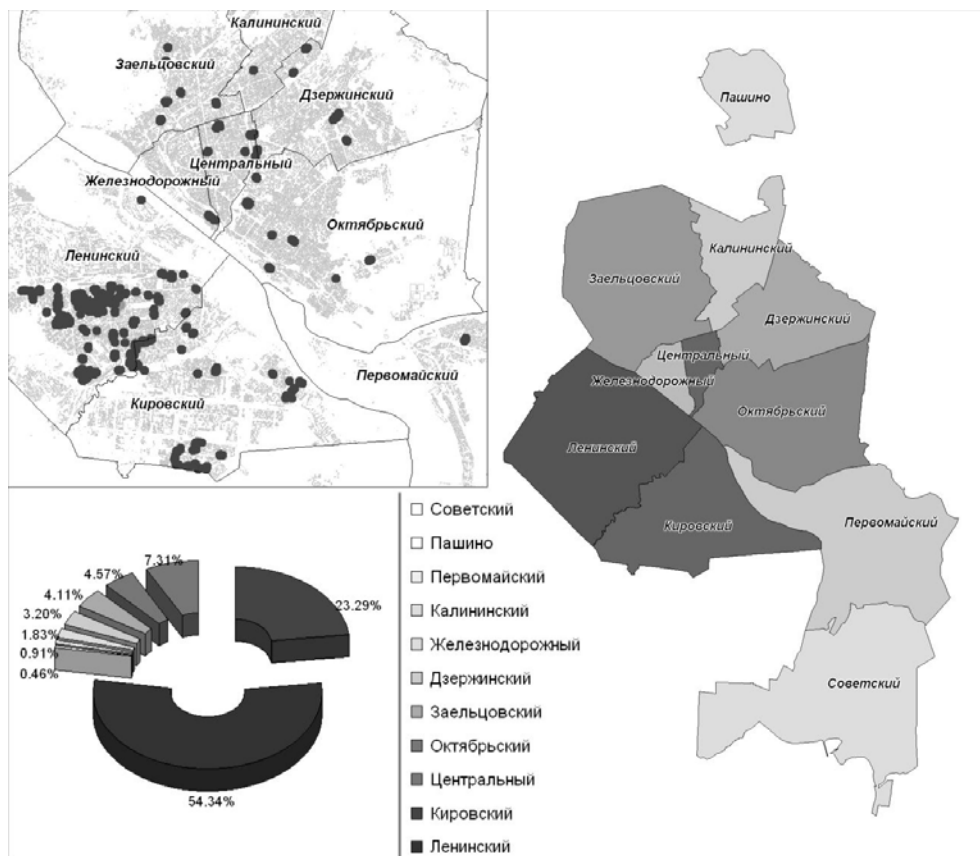


Рисунок 1. Схемы распределения плотности студентов.

в) Картометрические функции заключаются в расчете площадей, длин, периметров, поверхностей, объемов, углов наклона, экспозиции склонов, зон видимости. Картометрические функции реализуются с помощью алгоритмического и математического аппарата, внедренного в ГИС. Например, расстояние между двумя точками на плане или в проекции Гаусса – Крюгера могут быть вычислены по теореме Пифагора:

$$D = \sqrt{(X_2 - X_1)^2 + (Y_2 - Y_1)^2}$$

При вычислении того же расстояния между точками на сфере необходимо использовать формулы сферической тригонометрии.

Для полигона, заданного прямоугольными координатами на плане, площадь может быть вычислена по формуле:

$$S = 0,5 \sum (X_{t+1} - X_{t-1}) \quad (\text{сумма вычисляется для всех } n \text{ вершин полигона});$$

г) Создание моделей поверхностей. Модели поверхности могут быть построены по регулярным и нерегулярным точкам. На рис. 2 представлена объемная модель поверхности ложа водохранилища.

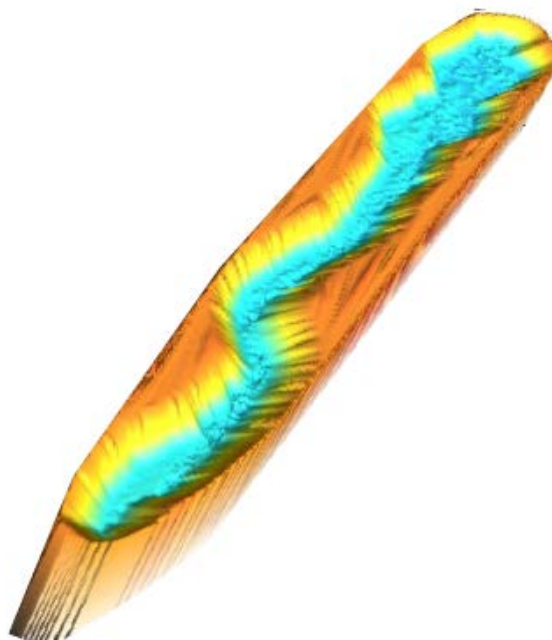


Рисунок 2. Объемная модель ложа водохранилища

Наиболее распространенными видами анализа поверхностей являются:

- Интерполяция поверхности и построение изолиний;
- Вычисление углов наклона, освещенности, зон видимости, направление течения воды и т. д.;

д) Построение буферных зон. Функция буферизации в ГИС является одной из функций анализа окрестности и заключается в создании полигонов, границы которых отстоят на определенное расстояние от границ исходных объектов. Например, в качестве буферной зоны может выступать водоохранная зона, санитарно-защитная зона (рис. 3) и т. п.;

е) Оверлейные операции. Заключаются в наложении разноименных слоев друг на друга с генерацией производных объектов, возникающих при их

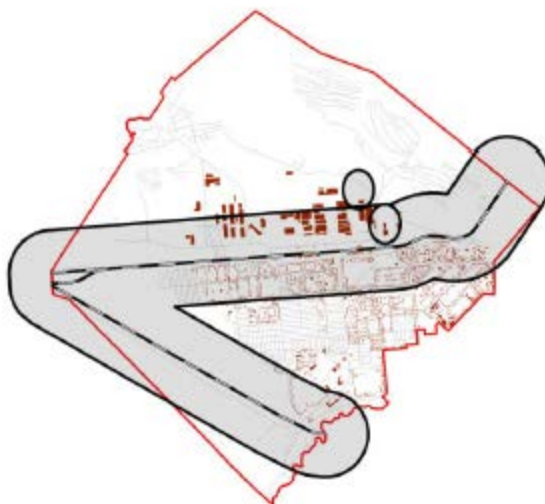


Рисунок 3. Охранная зона возле потенциально-опасных объектов

геометрическом наложении с наследованием их семантики (атрибутов). Классическим примером оверлейных операций является вычитание из слоя «кадастровый квартал» слоя «земельные участки» и получение нового слоя – земель, не поставленных на кадастровый учет;

ж) Сетевой анализ заключается в решении различных задач на пространственных сетях связанных линейных объектов (реки, дороги, трубопроводы, линии электропередач и т. п.). Из наиболее распространенных решаемых задач можно выделить:

- Поиск ближайшего объекта, удовлетворяющего атрибутивному запросу пользователя;
- Проложение кратчайшего маршрута следования;
- Определение зон обслуживания (доступности) и т. д.;

з) Агрегирование данных заключается в переходе к собирательным, обобщенным характеристикам объектов, сгруппированным по различным критериям. Например, это может быть:

- Объединение объектов одной темы в соответствии с их размещением внутри полигональных объектов другой темы (создается объект «коллекция»);
- Объединение объектов по равенству значений определенного атрибута и др.;

и) Зонирование заключается в построении зон – участков, однородных по выбранному критерию или группе критериев;

к) Специализированный анализ – проведение специализированного геоинформационного анализа, в частности, геологического, геофизического, гидрогеологического, экологического и т. п., осуществляемого на основе специализированных программных модулей.

### **Современные подходы к созданию ГИС**

Современные геоинформационные системы (ГИС) представляют собой новый тип интегрированных информационных систем, которые, с одной стороны, включают методы обработки данных многих ранее существовавших автоматизированных систем (АС), с другой - обладают спецификой в организации и обработке данных. Практически это определяет ГИС как многоцелевые, многоаспектные системы.

В частности, как системы управления ГИС являются новой основой автоматизированных систем управления (АСУ). Это обуславливает повышенное значение ГИС - современного средства организации многих видов производств. Не случайно в декабре 1996 г. было принято постановление Правительства России "ГИС как органы государственной власти (ОГВ)".

Разработка программной оболочки ГИС состоит из шести этапов:

1. Анализ требований, предъявляемых к ГИС
2. Определение спецификаций



3. Проектирование системы
4. Кодирование
5. Тестирование
6. Эксплуатация и обслуживание

Следует отметить, что для реализации каждого из этапов временные затраты различны, рис. 1.

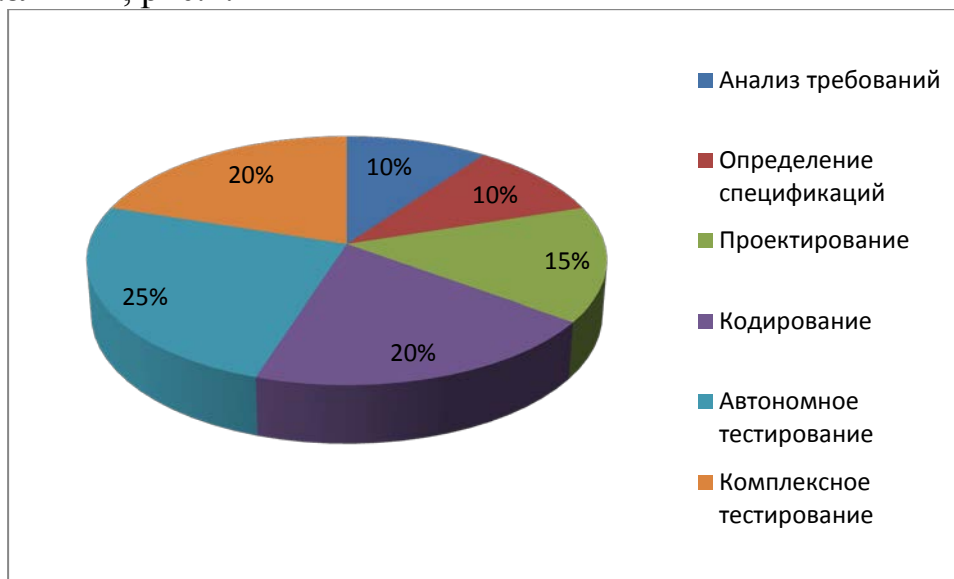


Рисунок 4. Затраты времени на реализацию основных этапов разработки ГИС

На первом этапе производится анализ требований, предъявляемых к разрабатываемой системе, которые сосредоточены в интерфейсе между этой системой и пользователями, которые будут её эксплуатировать. В анализ включаются такие вопросы, как время обработки информации, стоимость обработки, вероятность ошибки и др. Анализ требований может способствовать лучшему пониманию собственно решаемой проблемы и компромиссных ситуаций, что помогает выбору наилучшего решения. Следует выявить пространственно-временные ограничения, налагаемые на систему, которые в будущем могут претерпеть изменения, а также средства, используемые в её различных версиях для разных применений.

При создании ГИС перед коллективом разработчиков сразу же возникает множество проблем как технологических, так и концептуальных. Необходимо определить основные понятия, объекты и процедуры обработки информации, которые будут лежать в основе ГИС. Подходить к решению этой задачи необходимо очень ответственно, так как именно концепция будущей системы и совершенство

модели данных определяет её успех и живучесть на рынке. При этом разработчикам приходится учитывать множество факторов – достоинства и недостатки концепций уже существующих систем, постоянно изменяющиеся требования со стороны прикладных задач, изменения в информационных технологиях и многое другое.

На этапе определения спецификаций осуществляется точное описание функций системы, задается структура входных и выходных данных, решается комплекс вопросов, имеющих отношение к структуре

файлов, организации доступа к данным, обновлению и удалению последних. Спецификации выполняют только те функции, которые система должна выполнять, не указывая, каким образом это достигается. Составление подробных алгоритмов реализации функций системы на данном этапе не осуществляется.

На этапе проектирования разрабатываются алгоритмы, задаваемые спецификациями, и формируется общая структура информационной системы. Разрабатываемую систему разбивают на небольшие части таким образом, чтобы ответственность за реализацию каждой такой части можно было возложить либо на одного разработчика, либо на группу исполнителей. При этом для каждого определенного таким образом модуля системы должны быть сформулированы предъявляемые к нему требования: реализуемые функции, размеры модулей, время выполнения и другие.

Следующий этап – кодирование. Этот этап наиболее простой. При его реализации используются алгоритмические языки высокого уровня, методы структурного и объектно-ориентированного

программирования. Кодирование освоено лучше, чем любой другой этап разработки программного обеспечения.

Этап тестирования – один из самых дорогостоящих этапов. Затраты на тестирование составляют половину всех расходов на создание системы. Плохо спланированное тестирование часто приводит к увеличению сроков и срыву графика работ. В процессе тестирования используются данные, характерные для системы в рабочем состоянии. План проведения испытаний должен быть составлен

заранее, а большую часть тестовых данных следует определить на этапе проектирования системы.

Тестирование подразделяется на три стадии:

1. автономное;
2. комплексное;
3. системное.

При автономном тестировании каждый модуль проверяется с помощью данных, подготавливаемых программистами. При этом программная среда модуля имитируется с помощью программы управления тестированием, содержащей фиктивные программы вместо реальных подпрограмм (так называемые “заглушки”), к которым имеются обращения из данного модуля.

В процессе комплексного тестирования производится совместная проверка групп программных компонентов.

Системное или оценочное тестирование – это завершающая стадия проверки системы, то есть испытание системы в целом с помощью независимых тестов.

## **Характеристики современных ГИС**

Главные принципы построения современных ГИС.

1. Хранение графических и атрибутивных данных в реляционной базе данных.
2. Использование трехуровневой архитектуры построения ГИС: первый уровень – база данных, второй – пользовательское приложение, третий – специализированный «дата-сервер», отвечающий за экспорт и импорт данных.
3. Интеграция данных из различных источников в единой логической геоинформационной среде без конвертации форматов.
4. Создание для каждого пользователя системы собственного географического рабочего пространства (сохранение настроек и интерфейса системы).
5. Использование гибкой системы запросов.
6. Создание открытой структуры атрибутивных баз данных, интегрированной с современными корпоративными информационными системами и СУБД.
7. Создание модульной структуры приложений с возможностью расширения или усеечения пользовательского функционала.
8. Наличие встроенного в систему языка программирования для добавления специализированных функций.
9. Оптимизация ресурсов вычислительной техники для обеспечения быстрой и комфортной работы пользователя с большими массивами информации.
10. Создание анимационного функционала ГИС, обладающего возможностью визуализации данных в виде диаграмм, графиков, схем, тематических и объемных моделей.
11. Интеграция ГИС и Интернета, которая заключается в возможности использовать данные из глобальной сети и создавать собственные интернет-ресурсы.
12. Полная интеграция всего модельного ряда программных решений внутри одного интерфейса.

## **Особенности проектирования ГИС**

По сути, геоинформационные системы представляют собой системы управления базами данных (СУБД). Но есть одно важное отличие – в ГИС совместно с атрибутивными данными обрабатывается и пространственная (географическая) информация. Поэтому при проектировании ГИС специалисты используют те же самые методики и техники, что и при разработке обычных СУБД.

Любая БД содержит информацию об определенной предметной области. Предметной областью называется определенная сфера реального мира, которая представляет интерес для изучения.

Первый этап проектирования любой информационной системы – это формализация задачи, т.е. на этом этапе строят инфологическую модель предметной области. Создание оптимальной инфологической модели

включает в себя исследование информационных потоков, характерных для данной предметной области, установление объектов предметной области и описание связей, существующих между ними. Инфологическая модель создается в любом случае, независимо от программно-аппаратной базы, на которой будет строиться информационная система.

Инфологическую модель используют в качестве фундамента для строительства датологической модели БД, которая отображает логические связи между элементами данных независимо от их содержания и среды хранения. На данном этапе необходимо учитывать различные ограничения, которые накладываются ПО на структуру и функциональные особенности.

На следующем этапе создается физическая модель базы данных, которая связывает датологическую модель с конкретной средой хранения. Это очень важный этап, поскольку на нем ведется разработка элементов пользовательского интерфейса, решаются вопросы целостности данных и надежности системы, распределяются права доступа и выбираются средства и методы защиты от нелегального доступа.

Проектируя географические информационные системы, помимо вышесказанного необходимо выполнить следующие действия:

- выработать требования, касающиеся исходного картографического материала (нужный масштаб, проекция, система координат);
- определить размерность географических данных, с которыми придется работать (двумерные 2D и/или трехмерные 3D), а также установить модель представления пространственных данных (векторная и/или растровая);
- спроектировать послойный состав пространственной информации ГИС;
- установить наличие цифровых карт интересующих территорий.

Работая над созданием ГИС, нельзя забывать о вопросах финансирования проекта. ГИС-проекты обычно очень длительны, поэтому проблемы в финансировании могут привести к закрытию работ. Рекомендуется иметь несколько источников финансирования плюс ко всему нужно предусмотреть вариант самофинансирования проекта.

### **Информационная система обеспечения градостроительной деятельности**

Информационная система обеспечения градостроительной деятельности (ИСОГД) – систематизированный свод документированных сведений о развитии территории, об их застройке, о земельных участках, об объектах капитального строительства и иных необходимых для осуществления градостроительной деятельности сведениях (Градостроительный кодекс РФ, ст. 6). В современном понимании ИСОГД включает: муниципальную ГИС, хранилище архивных документов, систему сбора и представления информации, систему автоматизации документооборота, инструментарий планирования развития территории, систему мониторинга использования территории.

## Этапы создания геоинформационного проекта

В процессе выполнения геоинформационного проекта можно выделить следующие этапы работ.

1. Этап возникновения задачи, на котором формируется задача. У пользователя ИС возникает одна из следующих проблем:
  - Необходимо собрать и поместить в информационную систему большой объем данных о пространственных объектах, процессах, явлениях;
  - Необходимо учитывать, систематизировать и накапливать различные пространственные и непространственные данные;
  - С существующими данными пространственного характера необходимо выполнить определенные манипуляции.
2. Этап проведения анализа существующих методик и разработок для решения задач. На этом этапе потребитель информации самостоятельно приходит к выводу, что для решения подобного рода задач, с которыми он столкнулся, необходимо использовать геоинформационные технологии.
3. Этап консультаций, заключается в обращении за консультацией в специализирующуюся на использовании геоинформационных технологий организацию. Специалисты организации проводят технические семинары, консультации, подготовку технического задания. Исходная задача приобретает ряд пояснений и уточнений, становится более прозрачным механизм реализации и достижения результата. На этом этапе формируется календарный план работ.
4. Этап выбора окончательной технологии выполнения работ. На этом этапе, при необходимости, возможно проведение дополнительной подготовки и переподготовки исполнителей работ. Часто в организациях, имеющих в своем штате программистов, осуществляется разработка специализированных программ.
5. Производственные работы.
6. Презентация промежуточного варианта работ заказчику.
7. Исправление замечаний.
8. Сдача готовой продукции.
9. Запуск проекта и отладка.
10. Устранение замечаний.

Однако при самом доскональном изучении и реализации проекта исполнителем возможна ситуация, когда заказчик после получения промежуточного варианта работ или, что хуже, после окончательной сдачи дает ряд существенных замечаний. Как правило, подобного рода замечания можно разделить на три группы:

- 1) Замечания, связанные с качеством работ. Эти замечания объясняются либо непрофессионализмом исполнителя, либо недостатками применяемой технологии или отступлениями от требований технического задания;

2) Замечания, связанные с недостоверностью полученной заказчиком работ продукции, потерей ее актуальности. Крупные промышленные предприятия и организации, занимающиеся добычей и транспортировкой полезных ископаемых, часто, заказывая проведение геодезических работ по обновлению картографических материалов сталкиваются с ситуацией, когда исполнитель, выполнив комплекс измерений, нуждается в дополнительном времени для оформления, согласования и сдачи продукции. Как правило, согласование результатов топографо-геодезических работ в территориальных инспекциях органов государственного геодезического надзора или при кадастровых работах – согласование со смежными землепользователями, может занять не один месяц. Учитывая объект наблюдений, например, территорию месторождения нефти и газа, где осуществляется постоянное строительство новых объектов, прокладка инженерных коммуникаций, трудно говорить об актуальности топографических планов уже через 3–6 месяцев после выполнения работ. Из практики инвентаризации земель крупной нефтедобывающей компании можно сказать, что для поддержания оперативного и актуального топографического плана территории месторождения полезных ископаемых, съемку необходимо выполнять постоянно, по мере появления новых объектов. При этом на территории должен быть организован деформационный и геодинамический мониторинг;

3) Третьей группой замечаний являются замечания, связанные с возросшим «аппетитом» заказчика. Многие заказчики, только получая в пользование гис-продукт, начинают понимать все возможности этих современных технологий и часто пытаются в рамках одного договора ввести дополнительные требования к продукции, не оговоренные ранее в техническом задании. Например, не стоит удивляться, когда в рамках договора на составление геоинформационной основы выполнения работ по территориальному планированию субъекта, администрация или отдел архитектуры может попросить создать объемную модель территории, составить презентацию проекта или представить видео-ролик с обзорным полетом над территорией. Как правило, исполнитель работ соглашается на подобного рода дополнительные расходы, ведь конкуренция в настоящее время на рынке геоинформационных услуг достаточно высока, и если заказчика устраивает качество работы, в следующий раз он обратится именно к вам. Существует мнение, что лучше всего работу одного плана на одной и той же территории выполнять специалистам одной организации: в первую очередь, это объясняется спецификой работ – изучением пространственных объектов, процессов и явлений, а также данный подход близок к мониторингу.

## ***Электронные кадастровые карты***

### **Единая автоматизированная информационная система комплексного использования геоинформационных кадастровых данных**

При использовании данных кадастра возникают следующие проблемы: множество местных кадастровых систем координат делают невозможным совмещение кадастровых единиц в едином географическом пространстве. В ряде случаев границы смежных объектов кадастрового учета, представленные в разных системах координат, накладываются друг на друга. Только при компьютерной трансформации объекта можно установить несовпадение смежных границ объектов кадастра. Следует учитывать, что трансформирование объектов кадастра должно быть только аффинным, при других преобразованиях происходит сжатие или растяжение объекта и, как следствие, изменение его площади. Конечно, несомненным является факт необходимости представления кадастровых данных в плоской системе координат. Однако большинство проектов по составлению схем генерального планирования территории субъектов или административных единиц требуют нанесения данных кадастра. При этом сама схема, как правило, составляется в сферической системе координат. Таким образом, зачастую просто невозможно выполнить точное совмещение кадастровых данных с цифровой моделью, например, с картой масштаба 1:100 000.

Решение задачи заключается в следующем:

- а) Необходимо использовать единую кадастровую систему координат, четко увязанную с системами координат СК-95 и WGS-84;
- б) В качестве растровой подложки для существующих цифровых карт использовать космоснимки. При этом каждый регион РФ должен создать информационный ресурс с обязательным наличием гибридной модели, включающей:
  - Космоснимок низкого разрешения;
  - Цифровую карту масштаба 1 : 100 000;
  - Данные кадастра недвижимости;
  - Картограмму, показывающую картографическую изученность территории, исполнителя и место хранения материалов, дату выполнения работ;
- в) Внедрить наряду с растровой цифровой технологию обновления карт;
- г) Дать возможность любому заинтересованному пользователю получать данные, а также делиться своими предложениями и задавать вопросы относительно картографируемой территории. Должен быть обеспечен динамический диалог между населением региона и руководящими структурами.

## **Кадастровая карта (план)**

Кадастровая карта (план) представляет собой карту (план), на которой в графической и текстовой формах воспроизводятся сведения, содержащиеся в государственном кадастре недвижимости. Основными данными, которые отображаются на кадастровой карте, являются:

- 1) Кадастровый номер и границы земельного участка в кадастровом квартале;
- 2) Граница и кадастровый номер здания, сооружения или объекта незавершенного строительства на земельном участке;
- 3) Адрес объекта недвижимости;
- 4) Сведения о наличии ограничений (обременений) вещных прав на объект недвижимости;
- 5) Категория земель, к которой отнесен земельный участок;
- 6) Разрешенное использование земельного участка;
- 7) Назначение здания (нежилое здание, жилой дом или многоквартирный дом), если объектом недвижимости является здание;
- 8) Описание прохождения государственной границы российской федерации;
- 9) Границы и наименование субъектов российской федерации;
- 10) Границы и наименование муниципальных образований;
- 11) Границы и наименование населенных пунктов;
- 12) Границы территориальных зон;
- 13) Номера и границы единиц кадастрового деления;
- 14) Местоположение и наименование пунктов опорных межевых сетей.

## ***ГИС для управления городами и территориями.***

### **ГИС в земельном кадастре**

*Кадастр* – это карты и другие описания земельных участков с идентификацией всех субъектов, имеющих право на земельную собственность. В настоящее время Комитетом РФ по земельным ресурсам и землеустройству (Роскомзем) сформирована единая система государственного земельного кадастра и мониторинга земель (АСКК).

АСКК включает все три уровня: накопления, моделирования и хранения информации, представления данных.

В состав ГИС АСКК входят следующие подсистемы:

- фотограмметрического (бесконтактного) сбора данных;
- сбора полевых данных;
- преобразования объемных изображений в плановые, при которых сохраняются все подробности объектов;
- цифрования карт;
- обработки картографической информации;
- издания карт.

Входными данными ГИС являются:

- аэрофотоснимки (черно-белые и цветные) масштабов 1:8000 и 1:40000;
- результаты тахеометрических съемок на местности – контуры объектов;



- картографические материалы (бумажные карты, атласы);
- каталоги координат и высотных отметок опорных точек.

Выходными данными (основными) являются:

- карты масштаба 1:2 000 с площадью охвата 1 кв. км;
- карты масштаба 1:40 000 с площадью охвата 20 кв. км.

Основные картографические слои АСКК:

- объекты земельного кадастра;
- территории политико-административного деления;
- земельные участки с указанием их владельцев или арендаторов;
- границы земель различных категорий (заповедники, лесной фонд, рекреационного назначения и др.);
- объекты недвижимости, связанные с земельными участками;
- - транспортные сети;
- инженерные сооружения;
- гидротехнические сооружения;
- улицы и проезды в населенных пунктах;
- ограждения;
- объекты гидрографии;
- объекты растительности.

Основные требования к АСКК – повышенная точность координатных данных и возможность формирования специфических запросов к данной ГИС.

### **ГИС в сельском хозяйстве**

Сельское хозяйство – одна из важнейших отраслей материального производства.

По данным Росстата в сельской местности проживает 38 млн. человек, или 26% жителей России. Постоянно занято в сельскохозяйственном производстве около 8 млн. человек. В отрасли 27 тыс. сельхозпредприятий и 260 тыс. фермерских хозяйств. Ежегодно отрасль предъявляла спрос на 18,5% дизельного топлива (5 млн. тонн), поставляемого на внутренний рынок, закупала 1,5 млн. тонн бензина.

Данные объемы использовались в сельском хозяйстве парком тракторов общей численностью 572,5 тыс. ед., зерно- и кормоуборочными комбайнами в количестве 197 тыс. ед.

Огромная площадь полей, большое количество транспортных средств, многочисленность людей, занятых в сельском хозяйстве определили потребность в разработке качественно новых методов управления земельными ресурсами и сельскохозяйственным производством.

Одним из наиболее перспективных направлений повышения эффективности управления сельскохозяйственным производством является использование информационных систем на базе геоинформационных технологий. Подобные системы позволяют решать следующие задачи:

- информационная поддержка принятия решений;
- планирование агротехнических операций;
- мониторинг агротехнических операций и состояния посевов;
- прогнозирование урожайности культур и оценка потерь;
- планирование, мониторинг и анализ использования техники.

Рассмотрим каждую из них более подробно.

### **Информационная поддержка принятия решений**

Для обеспечения руководителей комплексом необходимой для принятия управленческих решений информации на платформе ГИС создается база данных, содержащая:

- цифровую модель местности, на которой осуществляются агротехнические операции;
- сведения о дистанционном зондировании;
- информацию о свойствах и характеристиках почв;
- карты посевов по годам;
- историю обработки полей и т.д.

Для более эффективного использования, агрономическая ГИС должна содержать многослойную электронную карту хозяйства и атрибутивную базу данных истории полей с информацией о всех агротехнических мероприятиях. Обязательно должны быть включены слои мезорельефа, сведения о крутизне склонов, и их экспозиции, микроклимате, уровне грунтовых вод, содержании гумуса в почве и т.д.

Атрибутивная база данных, содержащая данные различного характера, связана со слоями электронной карты.

Привязку начинают с гидрографической сети, овражно-балочного комплекса, в большинстве случаев дополняют дорожной сетью и другими объектами. К конкретным объектам цифровой карты также привязывают пользовательские базы данных, включающие информацию о посевных площадях, данные о состоянии почв и др.

Для решения задач комплексного анализа в сельском хозяйстве используются электронные карты с результатами спутниковых геодезических измерений. Использование таких методов позволяет получать детализированную информацию об обширных территориях (сельскохозяйственное предприятие, административный район и т.д.). Возможность определения конфигурации полей, их ориентировки, площади, направления вспашки, состояния полей на момент съемки и способствует оперативной оценке сельскохозяйственных угодий.

Таким образом, создание системы информационной поддержки процессов принятия решений на основе ГИС-технологий позволяет повысить общую эффективность сельскохозяйственного производства за счет предоставления актуальной аналитической информации по всему комплексу необходимых параметров для принятия оптимальных и своевременных управленческих решений.

## **Планирование агротехнических операций**

Информационные системы управления на базе геоинформационных технологий играют немаловажную роль в планировании агротехнических операций.

Агротехническое планирование включает в себя следующие виды работ:

- расчет потенциала и эффективности кадров и земельных ресурсов;
- обмер полей (например, путем объезда по контуру с высокоточным GPS-оборудованием с максимальной точностью 1–3 см.);
- составление структуры посевных площадей и севооборотов в формате векторной электронной карты;
- анализ потребности в технике и оборудовании;
- расчет необходимого количества удобрений;
- формирование очередности операций обработки почвы, внесения удобрений и средств защиты.

На основе вышеперечисленных данных ежедневно для водителей и механизаторов составляются плановые задания на следующий рабочий день и при необходимости утром в них вносятся изменения.

Планирование, осуществляемое на основе данных ГИС позволяет сократить (или полностью исключить) простои в работе в случае нехватки кадров или техники, снизить стоимость агротехнических операций на единицу обрабатываемой площади и улучшить показатели урожайности.

## **Мониторинг агротехнических операций и состояния посевов**

В ходе решения данной задачи осуществляется регистрация всех агротехнических операций, затрат на их проведении, фиксация состояния посевов посредством наземных измерений, экспертных оценок агрономов и данных дистанционного зондирования Земли (аэро- и космических снимков).

Для мониторинга важны данные агрохимического анализа почв по каждому рабочему участку поля. Они могут быть получены двумя способами:

- в результате собственных изысканий с применением пробоотборников и лабораторий по анализу проб;
- в результате агрохимических обследований, выполненных специализированной организацией.

## **Анализ конечного результата и составление отчетов**

С помощью ГИС удобно проводить анализ всех проведенных агротехнических операций и отображение этой информации в виде карт, таблиц, графиков. Учитывается поступление продукции с полей, реализация зерна с поля и с тока. При этом данные могут собираться как с диспетчерского центра, так и сниматься с электронных весов установленных на складах или токах. Принимается во внимание

расходование пестицидов и удобрений. Изучается объем расходования семян при посеве.

Снизить расходование семян и удобрений становится возможным, например, при сведении к минимуму перекрытий посевных полос, используя систему параллельного вождения.

### **Прогнозировании урожайности культур и оценка потерь**

Система прогнозирования урожайности строится на методах наблюдения за состоянием посевов с учетом влияния природно-климатических условий. Данная технология позволяет отслеживать динамику развития сельскохозяйственных культур, условий вегетации, определять сроки их созревания и оптимальные сроки начала уборки, проводить экономический анализ при минимальном и максимальном уровнях урожайности стабильно возможных для конкретных условий.

С учетом полученного прогноза урожайности на различных участках поля (включая затраты и возможную извлекаемую прибыль) принимается решение о дифференцированной обработке полей. С другой стороны, можно проанализировать возможные потери в соответствии с потенциалом урожая на бедных землях. Для более точного определения уровня урожайности на полях хозяйства используется система компьютерного мониторинга.

Эффективное функционирование картографической системы сельхозпредприятия возможно только при объединении разнородной информации в единую пространственную базу данных. Такая интеграция осуществляется путем построения объектной модели данных, в которую входят:

- картографические слои;
- таблицы с информацией по объектам (посевные площади, поголовье скота, объемы производства, реализации и потребления сельскохозяйственной продукции и продовольствия и т.д.);
- аэро-и космические снимки.

Анализ данных в этой системе проводится средствами картографического анализа что дает возможность получать пространственно определенные данные прироста или снижения продуктивности.

В результате прогнозирования урожайности культур и оценки потерь руководство может рассчитать оптимальную цену на оборудование и материалы, в которых предприятие будет нуждаться в будущем, и определить закупочные цены на сельскохозяйственную продукцию.

### **Планирование, мониторинг и анализ использования техники**

Техническая подсистема сельскохозяйственных предприятий также не остается в стороне от использования геоинформационных технологий. Она включает:

- составление графиков использования техники и ее ремонта;

- анализ использования техники и горюче-смазочных материалов (всех перемещений техники, расчет пробега и обработанных площадей);
- определение оптимальных маршрутов движения и транспортировки техники от базы до обрабатываемых полей;
- определение оптимальных маршрутов доставки урожая до пунктов приема;
- контроль за скоростью перемещения техники при выполнении полевых работ;
- определение длины гона или оптимального расстояния между полями и пунктами сдачи сельскохозяйственной продукции по цифровой карте;
- формирование учетных листов трактористов-машинистов.
- формирование путевых листов автотранспорта.

Также ГИС помогут усовершенствовать процессы, протекающие в животноводческом секторе, например, эффективно и с незначительными затратами решить следующие задачи картирования районов:

- со скудной природной растительностью;
- опустынивания вследствие перегрузки пастбищ;
- деградации природной растительности на пастбищах;
- с выбиванием растительности и эрозией почвенного покрова вокруг водоемов, на трассах перегонов и т.п.;
- с загрязненными стоками животноводческих комплексов и птицефабрик и т.д.

Нужно отметить, что из образующихся отходов в качестве удобрений используются в среднем менее 70%, остальная часть переполняет пруды-накопители, сбрасывается на прилегающие территории, попадая в водоемы и в подземные воды.

Руководящему составу использование ГИС-технологий поможет осуществить дистанционный контроль за работой хозяйства (управлять процессами в реальном времени), а также на основе получаемых отчетов анализировать эффективность вложений в производство.

Для диспетчерской службы применение данных технологий позволяет оперативно отслеживать местоположение техники, координировать работу механизаторов и водителей, в т.ч. посредством установления голосовой связи, а также контролировать расходование ГСМ и состояние техники.

Автоматизированное рабочее место агронома с использованием ГИС-технологий:

- предусматривает ведение истории полей по урожайности, культурам, применяемым удобрениям и средствам защиты;
- позволяет планировать внесение удобрений с учетом индивидуальных особенностей полей;
- оказывает информационную поддержку при оценке качества работ и выработке предложений по их планированию.

Геоинформационные системы позволяют сотрудникам экономического подразделения проводить сравнительный анализ

плановых и фактических данных, автоматизировать учет рабочего времени и формирование отчетов и справок.

Особенно важны ГИС-технологии в управлении сельскохозяйственным производством в регионах с рискованным земледелием. Для данных территорий необходим постоянный контроль за условиями развития культур и проведением агротехнических и агрохимических мероприятий. Надзор может осуществляться как на отдельных полях, так и в пределах района, области или более обширной территории.

В европейских странах использование ГИС-приложений в сельском хозяйстве уже давно стало необходимым компонентом в системе управления хозяйством. В нашей стране имеющиеся у сельхозпроизводителей картографические материалы часто не пригодны для работы, отсутствуют достоверные сведения как о местности, так и о характере землепользования, а уровень информационной подготовки работников хозяйства, как правило, не отвечает современным требованиям.

Отсутствие систематизации и отображения на карте всех данных агропромышленной деятельности и результатов их анализа негативно влияет на эффективность сельскохозяйственного производства. Для руководства предприятий это прежде всего непроизводительные затраты, снижение урожайности и качества продукции.

Внедрение прикладной ГИС и обучение сотрудников помогает в сравнительно небольшие сроки повысить эффективность работы сельхозпредприятия.

### **Нормативно-правовая база градостроительной деятельности**

Основным документом, который регулирует отношения в области градостроительного планирования, застройки и благоустройства городов, развитие инженерной, транспортной и социальной инфраструктур, рационального природопользования, сохранения объектов историко-культурного наследия и охраны окружающей природной среды является Градостроительный кодекс Российской Федерации.

В этом документе даны основные определения, такие как градостроительная деятельность (градостроительство), градостроительная документация, зонирование, объекты недвижимости в градостроительстве, устойчивое развитие поселений, государственные градостроительные нормативы и правила, градостроительный устав, правовое зонирование, правила землепользования городских и сельских территорий, градостроительный регламент, разрешенное использование объектов недвижимости, красные линии, линии регулирования застройки. Кодекс определяет полномочия органов государственной власти в области градостроительства, регулирование использования территорий, перечень государственных градостроительных нормативов, а так же место

градостроительного кадастра и мониторинга в системе градостроительной деятельности.

Регулирование застройки городских и сельских поселений должно вестись на основе градостроительного кодекса, которым определены не только требования к использованию земельных участков, но и перечень и состав градостроительной документации, условия получения разрешений и т.д., а так же способы контроля за градостроительной деятельностью и ответственность за нарушение градостроительного законодательства.

В области земельных отношений градостроительная деятельность опирается на земельный кодекс.

Правовая система городского землепользования базируется на основных положениях Конституции РФ, Гражданского кодекса.

Любая система городского землепользования опирается на Государственный земельный кадастр, который создается и ведется по единым принципам.

Государственный земельный кадастр – установленная государством система учета и оценки земель и регистрации прав на землю, направленная на регулирование и совершенствование земельных отношений и включающая сведения о правовом, хозяйственно-экономическом, экологическом и природном состоянии городских земель. Учитывая современное определение недвижимости по ГК РФ городской земельный кадастр фактически становится кадастром недвижимости.

Одна из важнейших проблем – создание системы кадастровой оценки городской земельной собственности. Закон об оценке земли, другие законы необходимые для полноценной деятельности и развития города находятся еще в стадии разработки. Единые методические подходы к кадастровой оценке городских земель и земляных участков пока тоже еще окончательно не сформированы.

Главным документом, определяющим технологию и последовательность прогнозирования и проектирования населенных мест (как новых, так и находящихся в реконструкции) является СНиП 2.07.01–89\* «Градостроительство. Планировка и застройка населенных мест». В нем дается концепция развития и общая организация территорий, принципы формирования селитебной, производственной, научно-производственной, коммунально-складской, ландшафтно-рекреационной территорий, а так же сферы обслуживания, транспорта и улично-дорожной сети, инженерной инфраструктуры, определяются мероприятия по инженерной подготовке и защите территории, охране окружающей среды и памятников истории и культуры.

Государственные нормативы и правила в области градостроительства обязательны для соблюдения органами государственной власти, органами государственного контроля и надзора, органами местного самоуправления, юридических и физических лиц.

Государственные градостроительные нормативы и правила являются основанием для вынесения решений органами государственной власти и

органами местного самоуправления, государственными органами, осуществляющими контроль в области градостроительства, правоохрательными органами по вопросам прав собственников, юридических и физических лиц.

Порядок разработки, регистрации, утверждения, введения в действие, пересмотра и отмены государственных градостроительных нормативов и правил устанавливается федеральным органом архитектуры и градостроительства.

Для регулирования градостроительной деятельности на территориях городских (и сельских) поселений, других муниципальных образований в дополнение к государственным нормативам и правилам разрабатываются правила застройки.

Субъекты Российской Федерации в соответствии с федеральными градостроительными нормативами разрабатывают территориальные градостроительные нормативы и правила с учетом природно-климатических, социально-демографических и прочих особенностей.

Территориальные градостроительные нормативы и правила в установленном порядке утверждаются органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации, представляются для регистрации в орган архитектуры и градостроительства и подлежат опубликованию.

### **Классификация и типология городов**

Для обеспечения научно-обоснованного проектирования и функционирования городских поселений разработано несколько видов их классификации. Для градостроительных целей наибольшее значение имеют классификации:

- по численности населения;
- по характеру выполняемых функций;
- по административно-политическому значению.

По численности населения города в соответствии со ст.5 Градостроительного кодекса подразделяют на группы:

1. Малые (включая поселки ГТ) менее 50 тыс.чел.
2. Средние 50-100 тыс.чел.
3. Большие 100-250 тыс.чел.
4. Крупные 250-1000 тыс.чел.
5. Крупнейшие 1-3 млн.чел.
- 6\*Сверхкрупные (свыше 3 млн.чел).

По характеру функций выполняемых городскими поселениями могут быть выделены населенные пункты, специализирующиеся на промышленном производстве и строительстве, транспорте, материально-техническом снабжении и сбыте, культурно-бытовом обслуживании населения, сельскохозяйственном производстве.

Большинству городских поселений свойственна многофункциональность.



По административно-политическому значению выделяют столичные города, центры краев и областей, автономных республик, центры низовых административных районов.

Три указанных признака: величина, народно-хозяйственная функция, административно-политическое значение лежат в основе типологии городов. По совокупности этих признаков можно выделить следующие типы городов:

- Многофункциональные города–столицы. Обычно крупнейшие города. Вместе с развитием промышленности, транспорта и других сфер характерна высокая степень надстроечных функций (административно-политических и культурно-просветительных).
- Многофункциональные центры (столицы автономных республик и областные центры). Обычно, крупные, большие, редко-средние города. Структура их аналогична многофункциональным городам, однако, значение и степень развития надстроечных функций намного меньше.
- Индустриальные центры. Как правило, большие и средние города. Наибольший удельный вес занятых в промышленности, строительстве и на транспорте (70–80%). Значение надстроечных функций не выходит за пределы административного района, реже самого города.
- Местные организующие или обслуживающие центры. Обычно средние, малые города. Для них характерно преимущественное развитие организационно-хозяйственных, административно-культурных и торгово-распределительных функций. Промышленность и транспорт местного значения. Удельный вес занятых в них редко достигает 70%.
- Транспортные города. Преимущественно малые и средние города. Являются крупными узлами на транспортной сети (железнодорожной, водной, реже – воздушной). Процент занятых на транспорте выше аналогичного показателя в среднем по стране, в промышленности – существенно ниже.
- Города – оздоровительные центры. Удельный вес занятых в здравоохранении очень высок (выше 10%), в промышленности и на транспорте значительно ниже среднего по стране показателя.
- Города – научно-экспериментальные центры. Обычно малые города. Ведущей градообразующей функцией является научное обслуживание.

Однако, кроме перечисленных типов городов возможно выделение других (промежуточных относительно вышеперечисленных), а так же новых типов городов: города-спутники, выполняющие функции жилых филиалов крупного города, агрогорода, города - центры туризма.

Приведенные классификационные признаки характеризуют автономные городские поселения. Однако в градостроительной практике вместе с централизованным расселением получают групповые системы населенных мест.

Групповой системой расселения называется совокупность городских и сельских поселений различной величины и производственного профиля, объединенных развитыми функциональными связями, общей инженерной инфраструктурой, единой сетью центров социально-культурного обслуживания и мест отдыха населения.

Групповые системы расселения формируются в зонах влияния крупных и крупнейших городов, а так же средних и больших городов, выполняющих функции межрайонных и областных центров. Радиус транспортной доступности до центрального населенного пункта составляет 1,5 - 2 часа. В зависимости от величины города-центра различают 3 типа групповых систем расселения:

- крупные – центр более 500 тыс. человек;
- средние – центр 100 ... 500 тыс. человек;
- малые – центр 50 ... 100 тыс. человек.

По мере дальнейшего развития групповые системы населенных мест начинают преобладать над автономными системами. Эта форма расселения характерна для всех развитых европейских стран.

Ориентация на групповые системы расселения обусловлена их преимуществами по сравнению с рассредоточенным размещением населенных мест. При организации таких систем обеспечивается более эффективное кооперирование промышленного производства, рост численности научно-информационного и обслуживающего персонала, более разностороннее удовлетворение социальных потребностей населения в выборе мест приложения труда и проведении досуга, получении образования и бытовом обслуживании, более эффективная охрана окружающей среды.

В зависимости от типа поселения устанавливаются вид и содержание градостроительной документации, порядок ее разработки, согласования и утверждения в соответствии с нормативными правовыми актами Российской Федерации и нормативными правовыми актами субъектов Российской Федерации.

Однако, существуют случаи, когда обеспечение частных, общественных и государственных интересов в области градостроительства затруднено или вообще невозможно без введения специальных правил использования территории.

К поселениям, которые в соответствии с Градостроительным кодексом являются объектами градостроительной деятельности особого регулирования, относятся:

- город Москва – столица Российской Федерации;
- город Санкт-Петербург;
- города – центры субъектов Российской Федерации;
- исторические поселения, а также поселения на территории которых имеются памятники истории и культуры;

- поселения с особым режимом жизнедеятельности;
- поселения, расположенные в районах с экстремальными природно-климатическими или особо неблагоприятными экологическими условиями.

Границы объектов градостроительной деятельности особого регулирования могут не совпадать с административными и определяются в соответствии с законодательством Российской Федерации и законодательством субъектов Российской Федерации.

### **Городские территории.**

#### **Значение территории в функционировании градостроительной системы**

Город представляет собой сложный производственно-территориальный комплекс, призванный решать определенные задачи в общей системе общественного разделения труда. В своем составе город соединяет объекты различного функционального назначения – градообразующие, градообеспечивающие и градообслуживающие.

Соотношение внешних – градообразующих и внутренних – градообеспечивающих и градообслуживающих видов деятельности в городе определяет степень участия данного города в решении экономических и производственных задач государства в целом. По совокупности выполняемых функций современные города, особенно крупные, крупнейшие и сверхкрупные формируются и развиваются как многоотраслевые территориально-производственные комплексы.

В основе прогнозирования развития города как социального организма лежит генеральный перспективный план развития территориально-производственного и социально-экономических комплексов с детально проработанным его территориальным аспектом.

В основе концепции генерального плана лежит долгосрочный перспективный план экономического и социального развития.

Именно на стадии формирования концепции генерального плана территории из элемента окружающей среды (территориального ресурса) превращается в элемент градостроительной системы.

Другими словами, население в результате всех видов своей деятельности определяет количество и качество территорий для всех видов использования.

Количество территории определяется планируемым объемом данного вида деятельности в расчете на перспективу, а критерии к качеству территории определяются видом ее использования.

Функциональное использование территории – осуществление на ней определенных видов деятельности (проживание, хозяйственная деятельность, отдых, охрана окружающей среды и др.).

Функциональное использование территории выражается в планировочных ограничениях. С другой стороны планировочные ограничения влияют на спектр возможного функционального

использования конкретной территории. При этом совершенно неважно, какую природу эти планировочные ограничения имеют: естественную (природную), или техногенную, связанную с особенностями взаимного расположения различных по виду использования территорий.

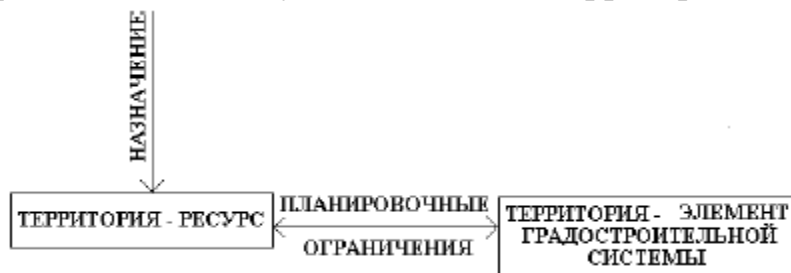


Рисунок 5. Функции территории

Территория как пространственный ресурс городского развития имеет ряд особенностей, выделяющих ее из числа остальных природных ресурсов. Главное отличие состоит в том, что она прямо не входит в процесс труда, являясь лишь вещественным его условием. Но будучи внешним условием деятельности, качества территории во многом определяют ее результат и, следовательно, являются объективной предпосылкой для пространственной дифференциации деятельности. Т.е. при выполнении одного и того же перечня работ на одном и том же оборудовании, но на разных по качеству территориях может быть получен различный экономический результат. Эта зависимость продуктивности труда от пространственных условий его приложения дает основание расценивать территорию как выражение потребительской ценности ее как ресурса. И, следовательно, не только вид использования предъявляет определенные требования к качеству территории, но и качества территории определяют вид ее использования.

### **Структура городских территорий как отражение функционирования города**

Все факторы, по которым производится выбор территории, могут быть объединены в две группы: природные и антропогенные. К природным относятся климат, рельеф, гидрогеологические условия. К антропогенным относятся историко-культурные объекты, территории жесткого ведомственного закрепления, наличие объектов, требующих значительных санитарно-защитных зон или полос отвода, и т.д. На основании анализа этих факторов все территории с точки зрения возможности их использования для целей градостроительства могут быть разделены:

- на непригодные территории;
- на территории, ограниченного использования;
- на территории широкого спектра использования.

Природные и антропогенные факторы в своей совокупности формируют планировочные ограничения на использование территорий.

Непригодность территорий для градостроительной деятельности может опираться как на один какой-либо фактор, так и на их комбинацию. При этом совершенно необязательно, чтобы непригодная территория представляла собой "неудобья" (т.е. подтопляемость или заболоченность территории, овражистость, оползни, каменистые крутые склоны и т.д.). Это может быть территория заповедной растительности или уникальной историко-культурной ценности. Кроме того, территория может быть передана в ведение министерство обороны или МВД.

Для большинства городских территорий характерно ограниченное их использование. Многие виды деятельности (например, металлургия, аэропорты, железнодорожные узлы) предъявляют достаточно жесткие ограничения на качество территории их размещения. Другие же виды деятельности (например, «чистые производства») и предприятия сферы бытового и культурного обслуживания населения, жилая застройка могут размещаться не единым массивом, а фрагментами в сочетании с другими видами застройки, что допускает их размещение даже в условиях сложного рельефа.

Для территорий широкого спектра использования определяющими факторами для закрепления ее под конкретный вид городской функции будут не природные, а экономические, базирующиеся на потребительской стоимости, территории.

Городская функция – любой вид городской деятельности, отличающийся от других видов целью, средствами, продуктом деятельности, ее субъектами и объектами, ее требованиями к среде и другими признаками. Традиционно различают жилую, промышленную, торговую, рекреационную, транспортно-складскую функции города.

Таким образом, структура планировочных ограничений определяет функциональную структуру и планировочную структуру – функциональное зонирование городской территории. Любое другое структурирование территории города уже не формирует городскую среду, а констатирует разграничение территорий города по определенному признаку (административная структура и т.д.).

Функциональное зонирование территории – распределение территории по ее назначению и связанными с ним ограничениями по освоению застройкой, транспортной и инженерно-технической инфраструктурой, по использованию территории для различных видов хозяйственной деятельности, проживания и отдыха населения, охраны окружающей среды.

Тип города по принятой типологии накладывает свои требования к территории на стадии формирования его функциональной структуры. Например, транспортные города формируются вдоль тех транспортных связей, которые явились системообразующими.

Вокруг этих связей сначала располагаются обслуживающие его сферы производства, а затем любые другие производства или селитебные территории. Иной набор территорий и принципы их размещения для

городов-курортов. Наиболее ценные в экологическом, бальнеологическом, эстетическом плане территории выбираются под градообразующую сферу деятельности – здравоохранение. Жилая застройка формируется по поселковому типу вокруг объектов здравоохранения. Часть территории, где расположена градообеспечивающая группа предприятий, может быть расположена с существенным территориальным разрывом. Как правило, промышленные предприятия в таких городах относятся к разряду «чистых» производств. Значительную часть городской территории занимают рекреационные зоны.

### **Градостроительное прогнозирование.**

#### **Градостроительный прогноз как способ формирования городской среды**

Градостроительный прогноз - по законодательству РФ - результат комплексной оценки экологической и градостроительной ситуации, анализа социальных, экономических, инженерно-технических, строительных, санитарно-гигиенических условий и выявления тенденций развития территории с использованием метода научно обоснованного предвидения.

Для любого уровня градостроительного прогноза характерным является решение одних и тех же задач: рациональное размещение объектов и упорядочение пространственных связей.

Различие состоит лишь в детализации градостроительного решения, которая зависит от стадии прогнозирования. Градостроительный прогноз или планирование развития территорий независимо от того, каким способом он осуществляется (традиционным стадийным или на основе моделирования), основан на принципе от общего к частному и закрепляется одним и тем же набором градостроительных документов (текстовых и графических).

Состав и содержание градостроительных документов, а так же порядок их разработки определены в главах V, VI, VII Градостроительного кодекса РФ, а сама технология градостроительного прогноза планировочным СНиПом, справочником проектировщика (Градостроительство) и другими методическими рекомендациями, разработанными преимущественно ЦНИИП Градостроительства.

Для всех стадий градостроительного прогноза характерна одна и та же последовательность движения градостроительной документации:

**РАЗРАБОТКА → ЭКСПЕРТИЗА → УТВЕРЖДЕНИЕ → РЕГИСТРАЦИЯ**

Рисунок 6. Схема движения градостроительной документации

Из последовательности движения градостроительной документации следует, что градостроительный прогноз на любой стадии обязательно проходит 2 этапа: разработку и утверждение.

Пункт 1.2\* СНиП 2.07.01-89\* так определяет принципы формирования градостроительного прогноза развития городских и сельских населенных мест: их следует проектировать «как элементы системы расселения РФ и других административных образований. При этом следует учитывать формирование единых для систем расселения социальной, производственной, инженерно-транспортной и других инфраструктур, а так же развиваемые на перспективу трудовые, культурно-бытовые и рекреационные связи в пределах зоны влияния поселения-центра или подцентра системы расселения».

Таким образом, уже на начальной стадии градостроительного прогноза объект прогноза – город рассматривается не сам по себе, а с учетом внешнего воздействия, т.е. функции, закрепляемые территориально (в чем и состоит задача прогноза), формируются с учетом определяющего значения внешних для объекта прогнозирования условий, а назначение конкретных территорий под конкретную функцию диктуется внутренними особенностями территориальных ресурсов объекта.

Градостроительный прогноз начинается с того места, которое населенный пункт занимает в общегосударственной системе расселения и, последовательно проходя все стадии градостроительного проектирования, заканчивается планированием застройки, т.е. определением вида использования конкретного участка или размещением конкретного сооружения.

Каждая последующая стадия рассматривает лишь часть территории предыдущей, и градостроительный прогноз предыдущей стадии определяет внешнее воздействие на новый объект прогнозирования. Основное свойство градостроительного прогноза –преемственность на всех стадиях – придает вопросам профессионализма и качества проектирования исключительное значение.

Дело в том, что каждая предшествующая стадия, являясь основанием, канвой для последующих стадий прогнозирования, может в зависимости от качества ее проработки повлечь двоякий результат: стабилизацию всех процессов функционирования города или, наоборот, их застой и разрушение. Ошибка, допущенная на любой стадии градостроительного прогноза, автоматически распространяется на все последующие. Если учесть схему движения градостроительной документации (рис.6) от ее создания до практического воплощения, то становится очевидным, что качество градостроительного прогноза, а, следовательно, и качество будущей городской среды зависит от двух ключевых моментов:

- профессионализм разработки;
- компетенция лиц, принимающих решения.

## Стадии градостроительного прогноза

В соответствии со ст.28 п.4 гл.V Градостроительного кодекса РФ определены основные этапы планирования развития территорий поселений и вид градостроительной документации, связанный с каждым из этапов.

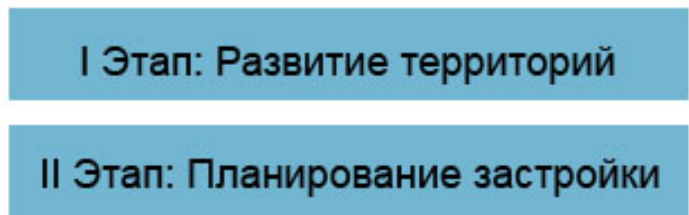


Рисунок 7. Последовательность градостроительного прогноза

Градостроительная документация о градостроительном планировании развития территории состоит из следующих документов:

- территориальной комплексной схемы градостроительного планирования развития территории района;
- генерального плана городского или сельского поселения;
- проекта городской черты муниципального образования.

Градостроительная документация о застройке городских и сельских поселений включает в себя:

- проекты планировки частей территории поселения;
- проекты межевания территорий;
- проекты застройки кварталов, микрорайонов и других элементов планировочной структуры.

Градостроительное планирование развития территорий городов осуществляется как элемент реализации генеральной схемы расселения и консолидированной схемы градостроительного планирования, т.е. градостроительного прогноза федерального уровня.

В территориальных комплексных схемах определяются:

- основные направления реализации государственной политики в области градостроительства с учетом особенностей социально-экономического развития и природно-климатических условий района проектирования;
- зоны различного функционального назначения и ограничения на использование этих территорий;
- меры по защите территорий от воздействия чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера;
- зоны различного функционального назначения и ограничения на использование этих территорий;
- направления развития инженерной, транспортной и социальной инфраструктур межселенного значения;
- территории резерва для развития поселений;
- территории для индивидуального жилищного строительства,



- садоводства, огородничества, дачного строительства;
- территории для организации мест отдыха населения.

Территориальные комплексные схемы разрабатываются и утверждаются органами местного самоуправления. Но для учета интересов государства при разработке территориальных комплексных схем до начала проектирования определяется перечень исполнительных органов федерального уровня (а так же субъектов федерации) с которыми согласовывается градостроительная документация.

На основе территориальных комплексных схем составляются проекты отдельных населенных пунктов – генеральные планы.

Предыдущими стадиями прогноза, как отмечалось ранее, уже были определены системы расселения и размещения промышленного и сельскохозяйственного производства, системы инженерного оборудования. Масштаб графической части генерального плана зависит от величины поселения, но в любом случае он крупнее чертежей предшествующей стадии. Так, если чертежи территориальной комплексной схемы имеют масштаб 1:50 000...1:25 000, то чертежи генерального плана соответственно 1:25 000...1:10 000.

Генеральный план является основным градостроительным документом, определяющим формирование среды жизнедеятельности населения и границы развития поселения. В генеральном плане определяются:

- основные направления развития территории поселения с учетом особенностей социально-экономического развития, природно-климатических условий, численности населения;
- меры по защите территорий от воздействия чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера;
- меры по развитию инженерной, транспортной и социальной инфраструктур;
- соотношение застроенной и незастроенной территорий;
- территории для резерва развития.

При каждом переходе к нижеследующей стадии прогноза (проектирования) в составе разделов проекта добавляются новые, возникающие вследствие повышения конкретизации. Кроме этого локализуется и территория градостроительного прогноза.

Так, если в территориальной комплексной схеме город рассматривается на уровне функциональных зон, то на стадии генерального плана определяется трассировка магистральной сети, инженерных коммуникаций, размещение общественных центров.

Для крупнейших городов генеральный план разрабатывается в 2 этапа: появляется дополнительная стадия – технико-экономические основы (ТЭО) развития города. Целью этого этапа является определение перспектив развития города, расчетной численности населения,

мероприятия по инженерному освоению территории и функциональному зонированию, уровни обеспечения инженерным оборудованием и всеми видами общественного обслуживания на расчетный срок с выделением объемов на I очередь строительства. При этом должна быть установлена планировочная структура города и определены примерные капитальные вложения.

Следующим (вторым) этапом градостроительного прогноза является разработка схем размещения строительства (по очередям). Это не самостоятельная часть прогноза – это детализация концепции генерального плана во времени, т.к. реализация генерального плана процесс длительный и длится десятилетиями. За время действия генплана разрабатывается, таким образом, несколько схем размещения строительства по очередности реализации генплана (I очередь, расчетный срок, перспектива).

Проекты городской черты муниципальных образований разрабатываются на основе генеральных планов или территориальных транспортных схем. Как правило, эти проекты выполняются органами местного самоуправления. Исключение составляют города федерального значения. Утверждение проектов происходит в органах государственной власти субъектов РФ. Проект городской черты завершает процесс закрепления территории поселения. Проект городской черты – последний этап градостроительного прогноза или планирования развития городской территории.

Эта стадия прогноза решает задачу рационального использования городских территорий в принципе, на уровне планировочной структуры. Даже когда в процессе разработки генплана используются более мелкие структурные элементы городской территории (например, транспортно-планировочные подрайоны), то информация по ним присутствует в валовом виде (например, численность населения или трудоспособного населения, совокупная площадь жилого фонда и т.д.).

Конкретизация градостроительного прогноза до уровня планирования наступает на второй его стадии, которая в Градостроительном кодексе РФ называется регулированием застройки городских поселений. Для каждого этапа развития территории (строительства и реконструкции) разрабатываются проекты планировки.

Проект планировки выполняется для территорий, охваченных очередной схемой размещения первоочередного строительства.

На этой стадии снова происходит территориальная локализация решения, принятого на предшествующих этапах градостроительного прогноза – в проекте планировки рассматривается лишь часть территории, предусматриваемой схемой размещения первоочередного строительства. Проект планировки разрабатывается в еще более крупном масштабе (1:2000). Именно на этой стадии впервые, но не окончательно показывается размещение всех зданий.

Проект планировки – градостроительный документ, разрабатываемый для части городской территории и определяющий в соответствии с генпланом следующие элементы планировочной структуры:

- красные линии и линии регулирования застройки;
- границы земельных участков (если не разрабатывается проект межевания территорий);
- размещение объектов социального и культурно-бытового обслуживания населения;
- плотность параметров застройки;
- параметры улиц, проездов, пешеходных зон, а также сооружений и коммуникаций транспорта, связи, инженерного оборудования и благоустройства территории.

Проекты межевания территорий разрабатываются для застроенных или подлежащих застройке территорий в границах красных линий. Межевание территорий общего пользования не производится.

Размеры земельных участков в границах застроенных территорий устанавливаются с учетом фактического землепользования и градостроительных нормативов, действовавших на момент застройки. Выявленные излишки территории выделяются для строительства объектов недвижимости, соответствующих градостроительному регламенту. Таким образом, проект межевания территорий является способом отыскания резервов территории для градостроительной деятельности на ранее застроенной территории. Нормы предоставления земельных участков устанавливаются местными органами государственной власти в соответствии с правилами застройки.

Дальнейшая конкретизация градостроительных решений в пространстве и времени происходит на стадии проекта застройки. Проекты застройки могут разрабатываться не только по заказу органов местного самоуправления, но и по инициативе застройщика. Они охватывают территории кварталов, микрорайонов и других элементов планировочной структуры. В проектах застройки определяются:

- линии регулирования застройки;
- расположение зданий и сооружений, их тип, этажность и другие характеристики;
- архитектурное решение застройки;
- системы инженерного оборудования и связи и условия подсоединения к соответствующим коммуникациям, система благоустройства территории;
- организация движения транспорта и пешеходов;
- территории общего пользования.

Проект застройки может так же включать эскиз застройки и благоустройства территории. Проект застройки является основой для

проекта межевания территорий, проектов застройки кварталов, микрорайонов и других элементов планировочной структуры. Важной особенностью градостроительных проектов, отличающих их от проектов строительства отдельных объектов (проектов застройки), является длительность охватываемого ими периода. Рассмотренная система проектных (прогнозных) градостроительных работ, представленная в табл. 1 (территориальная комплексная схема – концепция генплана города – размещение первоочередного строительства – планировка участка территории и т.д.) соответствует поэтапной территориально-временной детализации общих градостроительных решений.

### **Структура городского плана**

Структура городского плана – это взаимное расположение всех архитектурно-планировочных элементов, обуславливающее формирование города как единого градостроительного элемента.

Потребность в территории для города определяется с учетом размещения и перспективного развития объектов всех видов строительства (городских функций).

В зависимости от целей использования градостроительное зонирование может осуществляться по наиболее характерным признакам: местоположению, принадлежности тому или иному пользователю, степени освоения, функциональному назначению и др. В зависимости от типа исходных элементов городского плана и вида использования результатов структурирования различают:

- функциональное зонирование;
- административное районирование;
- планировочное районирование.

### **Зонирование**

Для целей прогнозирования, обеспечения рациональной организации городских территорий наиболее подходит классификация по функциональному признаку. Функциональное зонирование реализует важнейшие функции жизнедеятельности человека: труд, быт, отдых, передвижения. Функциональное зонирование призвано решить одну из основных задач градостроительного прогноза – связать городскую функцию с конкретной территории ей, определить степень их количественного и качественного взаимного соответствия. Именно на стадии функционального зонирования решается вопрос о территориальном ресурсе города.

Для начальных стадий градостроительного прогноза (например, на уровне территориальной комплексной схемы), особенно при предварительной оценке городского территориального ресурса, в соответствии с п.1.7 СНиП 2.07.01-89\* территория городов с учетом преимущественного использования подразделяется на три основных вида:

селитебную, производственную и ландшафтно-рекреационную. Для последующих стадий прогноза такой подход не всегда оправдан, поскольку уже на стадии концепции генерального плана дается дискретное представление структуры городских земель (например, в пределах селитебной территории выделяются жилая и общественно-деловая зоны, зоны инженерной и транспортной инфраструктур и т.д.), и в этом случае более оправданным является выделение функциональных зон в соответствии с Градостроительным кодексом.

### **Селитебная территория**

Селитебная территория предназначена для размещения жилищного фонда, общественных зданий и сооружений, в том числе научно-исследовательских институтов и их комплексов, а так же отдельных коммунальных и промышленных объектов, не требующих санитарно-защитных зон; для устройства путей внутригородского сообщения, улиц, площадей, парков, садов, бульваров и других мест общего пользования. Данный тип территории включает микрорайоны и жилые кварталы, объекты общественного обслуживания и зеленые насаждения общегородского значения, транспортные территории и автостоянки.

### **Производственная территория**

Производственные территории предназначены для размещения промышленных предприятий и связанных с ними объектов, комплексов научно-исследовательских учреждений с их опытными

производствами, коммунально-складских объектов, сооружений внешнего транспорта, путей внегородского и пригородного сообщения.

К объектам, связанным с промышленными предприятиями относятся промышленные, складские объекты, энергетические сооружения, санитарно-защитные зоны, общественные центры коммунально-бытового значения.

К коммунально-складским объектам относятся базы и склады, гаражи, трамвайные и троллейбусные депо, автобусные парки и т.д.

К территории внешнего транспорта относятся территории, где размещены транспортные устройства и сооружения (пассажирские и грузовые станции, порты, пристани и т.д.).

### **Ландшафтно-рекреационная территория**

Этот тип территории включает городские леса, лесопарки, лесозащитные зоны, водохранилища, земли сельскохозяйственного использования и другие угодья, которые совместно с парками, садами, скверами и бульварами, размещаемые на селитебной территории, формируют систему открытых пространств. Вся эта система парков, пляжей и других мест отдыха расположена в пределах городской черты.

Территории, не вошедшие в основные зоны, выделяются как прочие (питомники, подсобные хозяйства, кладбища, территории санитарно-технических устройств, неудобные земли).

В чистом виде перечисленные зоны создаются редко, в основном, в новых городах. В большинстве городов тип зоны определяется по преимущественному размещению в ней объектов определенного функционального значения. При формировании этих зон запрещается предусматривать в них объекты, совместное размещение которых не допускается санитарно-гигиеническими, противопожарными и техническими правилами. Например, в селитебной зоне нельзя размещать промышленные предприятия I – IV классов.

Вид использования территории определяется в схемах зонирования территории, входящих в состав разрабатываемых градостроительных документов, как по развитию территории, так и по

планированию застройки. Перед разработкой схем функционального зонирования устанавливаются ограничения для осуществления градостроительной деятельности на отдельных участках территории применительно ко всем видам городских функций.

### **Особенности использования территорий**

Зонирование территории направлено на обеспечение благоприятной среды жизнедеятельности, защиту территорий от неблагоприятного воздействия чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, предотвращения чрезмерной концентрации населения и производства, загрязнения окружающей природной среды, охрану и использование, в том числе природных ландшафтов, территорий историко-культурных объектов, лесных угодий и т.д.

Ограничения для использования территорий в целях градостроительной деятельности устанавливаются для следующих зон:

- зоны охраны памятников истории и культуры, заповедных зон;
- зоны особо охраняемых природных территорий;
- санитарные, защитные и санитарно-защитные зоны;
- водоохранные зоны и прибрежные защитные полосы;
- зоны санитарной охраны источников водоснабжения;
- зоны залегания полезных ископаемых;
- территории, подверженные действию чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера;
- зоны чрезвычайных экологических ситуаций и экологических бедствий;
- зоны с экстремальными природно-климатическими условиями.

С учетом ограничений на использование территорий определяется функциональное назначение территорий и интенсивность их

использования. Данные об использовании территорий и устанавливаемых зон и ограничениях на их использование включаются в правила застройки.

При планировании развития городских территорий важное значение имеет правильное взаимное размещение функциональных зон.

Так селитебные зоны должны занимать в городе наиболее благоприятные участки – сухие, повышенные, хорошо инсолируемые, приближенные к зеленым массивам и водоемам. По отношению к промышленной зоне селитебные территории следует располагать с наветренной стороны и выше по течению рек.

Промышленную зону рекомендуется размещать на территории со спокойным рельефом, обеспечивая ее удобными транспортными связями с местами расселения занятых на предприятии трудящихся и объектами внешнего и городского транспорта. Коммунально-складскую зону желательно приближать к промышленным районам города, используя неудобные и ограничено

пригодные для строительства земли и санитарно-защитные зоны промышленных предприятий и других объектов.

Зона внешнего транспорта должна быть увязана с улично-дорожной сетью города. Железнодорожные вокзалы следует размещать со стороны основной части селитебной территории, обеспечивая удобные транспортные связи с общегородским центром, жилыми и промышленными районами.

Рекреационную зону целесообразно предусматривать на участках зеленых массивов и водоемов, ближе к периферии города, но с учетом удобных транспортных связей.

Правильное функциональное зонирование обеспечивает:

- охрану городской среды;
- рациональное использование городских территорий;
- более экономное расходование средств на городское строительство;
- наиболее благоприятные условия проживания населения.

В значительной мере положительные последствия функционального зонирования достигаются благодаря научно обоснованному нормированию территорий под функциональные зоны.

### **Административное зонирование**

Административное зонирование предусматривает членение города на административные районы. Назначение административного зонирования – обеспечение управления городскими территориями и градообразующими объектами. Такие районы выделяются только в крупных и крупнейших городах. В сверхкрупных городах могут создаваться административные округа, объединяющие по несколько административных районов. Административные районы, а тем более округа, включают, как правило, элементы всех функциональных зон.

## Планировочное районирование

Планировочное районирование производится проектными градостроительными институтами при разработке проектов генеральных планов городов и их районов. Такое районирование необходимо для рационального размещения всех элементов городской застройки, обеспечения наилучших условий проживания населения и формирования выразительного архитектурного облика.

При планировании жилой застройки, как правило, выделяются два уровня структурной организации селитебной территории: микрорайон и жилой район.

Микрорайон (квартал) – структурный элемент жилой застройки площадью не более 80 га, не расчлененный магистральными улицами и дорогами. Границами, как правило, являются магистральные или жилые улицы, проезды, пешеходные пути, естественные рубежи.

Жилой район – структурный элемент селитебной территории площадью от 80 до 250 га в пределах которого размещается часть объектов общегородского значения. Границами, как правило, являются труднопреодолимые искусственные и естественные рубежи, магистральные улицы и дороги общегородского значения.

Несколько жилых районов, объединенных комплексом культурно-бытовых учреждений эпизодического пользования, представляют собой качественно отличную структурную единицу – планировочный район.

В планировочном районе в отличие от других структурных элементов города обязательно наличие градообразующих объектов и желателен баланс трудовых ресурсов и предоставляемых рабочих мест. Границы планировочного района могут совпадать с границами административного района, но это не обязательно.

На планировочную структуру городов влияют: величина города, его административно-политическое значение, роль в системе межселенного культурно-бытового обслуживания, производственная специализация города, определяющие особенности размещения мест приложения труда; природные условия; период формирования города (новый, существующий, развивающийся).

Для крупных и крупнейших городов возможны все планировочные элементы, в малых и средних городах – микрорайоны и жилые районы. В сверхкрупных городах обычно планировочные районы объединяются в планировочные зоны численностью до 1 млн. человек.

При пересеченном рельефе и экстремальном климатическом режиме (низких температурах и сильных ветрах) вместо микрорайона формируются жилые группы; при спокойном рельефе и нормальном климатическом режиме формируются межмагистральные территории (территории, ограниченные магистралями общегородского и районного значения).



## **Классификация городских территорий**

Территория для строительства нового или реконструкции существующего города должна быть достаточной для размещения объектов строительства всех видов с учетом их перспективного развития. Внешней границей земель города является городская черта, отделяющая городские земли от земель других пользователей.

Городская черта – это граница городских земель, переданных городу для застройки, благоустройства, санитарной охраны и других нужд. Она устанавливается на основе проекта городской черты или в составе генерального плана города с учетом перспектив его развития.

Градостроительным кодексом РФ определен следующий состав земель, включаемых в городскую черту:

- жилые зоны;
- общественно-деловые зоны;
- производственные зоны;
- зоны инженерной и транспортной инфраструктур;
- рекреационные зоны;
- зоны сельскохозяйственного использования;
- зоны специального назначения;
- зоны военных объектов и иные зоны режимных территорий.

В территориальных зонах могут выделяться подзоны, особенности использования которых определяются градостроительным регламентом с учетом ограничений на их использование в соответствии с действующим земельным законодательством. Территориальные зоны могут включать в себя территории общего пользования, занятые площадями, улицами, бульварами и другими объектами. Территории общего пользования предназначены для удовлетворения общественных интересов населения. Порядок использования территорий общего пользования определяется органами местного самоуправления.

### **Жилые зоны**

Жилые зоны предназначены для застройки многоквартирными многоэтажными жилыми домами, жилыми домами средней и малой этажности, индивидуальными жилыми домами с приусадебными участками. В жилых зонах допускается размещение отдельно стоящих, встроенных или пристроенных объектов социального и культурно-бытового обслуживания, культовых зданий,

стоянок автомобильного транспорта, промышленных коммунальных, складских объектов, для которых не требуется установления санитарно-защитных зон и деятельность которых не оказывает

вредного воздействия на окружающую среду (шум, вибрация, магнитные поля, радиационное воздействие, загрязнение почв, воздуха, воды и иные вредные воздействия). К жилым зонам относятся так же

территории садоводческих дачных кооперативов, расположенные в пределах городских границ (черты).

### **Общественно-деловые зоны**

Общественно деловые зоны предназначены для размещения объектов здравоохранения, культуры, торговли, общественного питания, бытового обслуживания, коммерческой деятельности, а так же образовательных учреждений среднего профессионального и высшего образования, научно-исследовательских учреждений, культовых зданий и иных зданий, сооружений, стоянок автомобильного транспорта, центров деловой, финансовой и общественной активности. В перечень объектов недвижимости, разрешенных к размещению в общественно деловых зонах, могут включаться жилые дома, гостиницы, подземные и многоэтажные гаражи.

### **Производственные зоны**

Производственные зоны предназначены для размещения промышленных, коммунальных и складских объектов, инженерной и транспортной инфраструктур, а также для установления санитарно-защитных зон таких объектов. В санитарно-защитных зонах промышленных, коммунальных и складских объектов не допускается размещение жилых домов, дошкольных детских образовательных учреждений, учреждений здравоохранения, учреждений отдыха, физкультурно-оздоровительных и спортивных сооружений, садоводческих, дачных и огороднических кооперативов, а также производство сельскохозяйственной продукции.

### **Зоны инженерной и транспортной инфраструктур**

Зоны инженерной и транспортной инфраструктур предназначены для размещения и функционирования сооружений и коммуникаций железнодорожного, автомобильного, речного, морского, воздушного и трубопроводного транспорта, связи, инженерного

оборудования. Сооружения и коммуникации транспорта, связи, инженерного оборудования, эксплуатация которых оказывает вредное воздействие на безопасность населения, размещается за пределами городской черты.

### **Рекреационные зоны**

Рекреационные зоны предназначены для организации мест отдыха населения и включают в себя парки, сады, городские леса, лесопарки, пляжи и иные объекты. На территориях рекреационных зон не допускается строительство и расширение действующих 086 \u1087 промышленных, коммунальных и складских объектов, не

связанных с эксплуатацией объектов оздоровительного и рекреационного назначения.

### **Зоны сельскохозяйственного назначения**

В пределах городских поселений (городской черты) могут выделяться зоны сельскохозяйственного назначения, занятые пашнями, садами, виноградниками, сенокосами, огородами, пастбищами, а также сельскохозяйственными зданиями, строениями, сооружениями. Территории указанных зон могут быть использованы в целях сельского хозяйства до момента изменения их вида использования в соответствии с генеральным планом и правилами застройки.

### **Зоны специального назначения**

Зоны специального назначения выделяются для размещения кладбищ, крематориев, скотомогильников, свалок бытовых отходов и иных объектов, использование которых несовместимо с использованием других территориальных зон городов. Порядок использования территорий зон специального назначения устанавливается правилами застройки с учетом требований государственных нормативов и правил, специальных нормативов.

### **Зоны военных объектов и иные зоны режимных территорий**

Зоны военных объектов и иные зоны режимных территорий предназначены для размещения объектов, в отношении которых установлен особый режим использования. Порядок использования указанных территорий в пределах городской черты устанавливается федеральными органами исполнительной власти по согласованию с органами местного самоуправления в соответствии с государственными градостроительными нормативами и правилами, специальными нормативами и правилами застройки.

Приведенная выше классификация городских территорий по виду использования не является единственной. Кроме этого городские территории могут классифицироваться по местоположению относительно центра:

- центральные зоны;
- срединные зоны;
- периферийные зоны.

Существует также классификация городских территорий по степени застроенности:

- территории в пределах городской застройки;
- территории за пределами городской застройки.

Ниже приводится схема классификации территорий по степени застроенности.

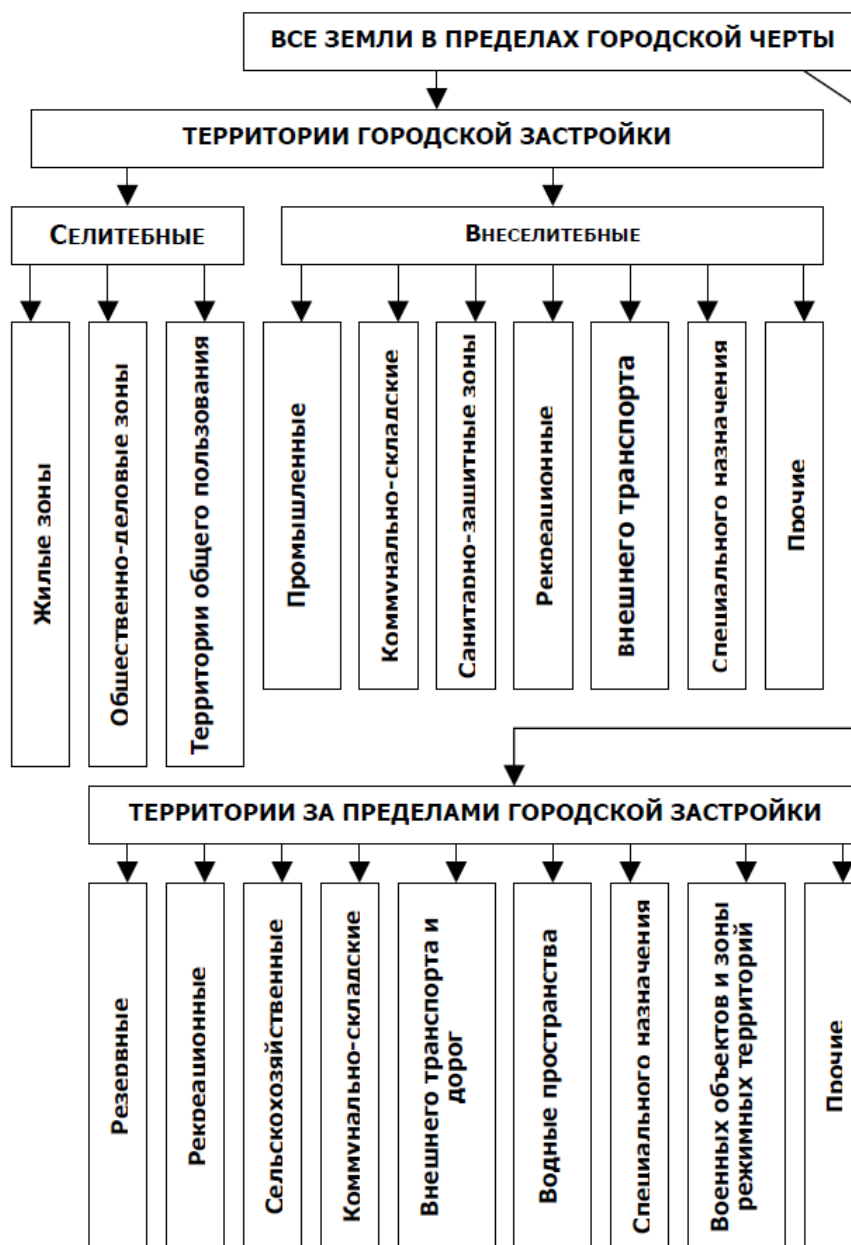


Рисунок 8. Схема классификации территорий по степени застроенности

### Градостроительная информация

Информация, используемая в целях градостроительного прогноза и проектирования, подразделяется на три вида:

- директивную, основанную на законодательных актах;
- аналитическую, опирающуюся на статистические, плановые, проектно-изыскательские, научно-исследовательские материалы;
- картографическую.

Каждый вид информации имеет свое назначение. Директивная информация является обязательной для прогноза любого уровня. Аналитическая информация носит рекомендательный характер, она, как правило, используется не напрямую, а после дополнительной обработки, картографическая информация служит графической основой для выполнения чертежей и специальных расчетов.

## **Директивная информация**

Директивная информация включает в себя постановления правительства РФ, министерств и ведомств. Эта информация носит нормативно-инструктивный характер. По характеру рассматриваемых в них вопросов эти документы делятся на следующие группы:

1) документы, регламентирующие проектные параметры градостроительных решений по отдельным стадиям проектирования (территориальные комплексные схемы, генеральные планы, проекты застройки;

2) документы, определяющие порядок строительства и размещения гражданских и промышленных объектов (жилые здания, детские учреждения, гаражи и т.д.);

3) документы, определяющие состав и содержание отдельных видов проектов по стадиям градостроительного проектирования, а также порядок их согласования и утверждения;

4) документы по частным вопросам (например, о сносе жилых зданий, отводе земель под различные виды строительства, санитарные нормы проектирования промышленных предприятий и т.п.).

Нормативные и инструктивные документы служат для обеспечения единства градостроительной политики путем достижения соответствующих количественных и качественных показателей

застройки. Среди нормативных и правовых документов особое место принадлежит Градостроительному кодексу РФ и строительным нормам и правилам (СНиП).

Градостроительный кодекс регулирует отношения в области создания систем расселения, градостроительного планирования застройки городских и сельских поселений, рационального природопользования и охраны окружающей природной среды. Кроме этого он определяет компетенции органов государственной власти, права и обязанности юридических и физических лиц в области градостроительной деятельности, роль градостроительной документации и градостроительных регламентов в регулировании использования территорий. Другими словами в нем на принципиальном уровне решаются вопросы из всех групп нормативных документов.

## **Аналитическая информация**

Аналитическая информация представляет собой данные, характеризующие объект исследования – область (край), часть области (края), город, часть города – в трех основных направлениях:

1) изучение территории объекта (природные условия, инженерно-строительные условия, санитарно-гигиенические условия, ландшафтные особенности, земельный фонд, лесные и водные ресурсы, полезные ископаемые) – изучение особенностей подсистемы «СРЕДА»;

2) изучение экономики объекта (развитие и размещение промышленного и сельскохозяйственного производства, жилой и общественной застройки, транспортных и инженерных сооружений)

– изучение состояния подсистемы «ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ»;

3) изучение населения и расселения (численность населения, демографическая структура, структура занятости, размещение участков расселения и т.д.) – изучение закономерностей подсистемы «НАСЕЛЕНИЕ».

При обследовании объекта не только фиксируется его существующее положение, но и выявляются тенденции его развития по каждому из направлений. Качество сбора и обработки аналитической информации во многом определяет качество градостроительного прогноза и проектирования.

### **Методы оценки градостроительных решений**

#### **Градостроительная оценка городских территорий**

Понятие оптимальности основано на рассмотрении города как градостроительной системы, объединяющей производственные, селитебные, рекреационные и другие зоны и объекты, взаимодействующие на единой территории. Оптимальный вариант размещения городского строительства может быть задан двумя основными способами.

- Указание видов использования каждого участка и размещение каждого проектируемого объекта.
- Определение для каждого района социально-экономических оценок территории, которые используются для описания плана.

Существенным недостатком первого способа является то, что в нем не удастся учесть появление новых объектов, не предусмотренных предыдущими стадиями градостроительного прогноза.

При втором способе описания этот недостаток отсутствует, т.к. нет необходимости закреплять за конкретной территорией конкретной функции использования – для задания плана достаточно агрегированных оценок.

На практике используются два принципиально отличающихся метода определения оценок городских территорий: затратный и рентно-оптимизационный. Оценки, получаемые с помощью этих методов имеют различный экономический смысл и различные области применения.

В соответствии с первым методом, получившим в традиционном градостроительном прогнозе наибольшее распространение (комплексная градостроительная оценка территории – КГОТ) экономическая оценка участков городской территории отождествляется с суммой прошлых и предстоящих (проектируемых) затрат на освоение и подготовку этих участков для строительства. Метод обеспечивает учет затрат, ущербов и эффектов, связанных с важнейшими инженерно-экономическими и

социально-экономическими факторами, определяющими социально-экономическую ценность участков.

При рентно-оптимизационном методе (РОМ) величина экономической оценки определяется величиной экономии, получаемой от освоения или (и) эксплуатации рассматриваемого (оцениваемого) участка по сравнению с наименее благоприятным (замыкающим) участком из включенных в план освоения земель. Этот метод основывается на методологии экономической оценки природных ресурсов. Использование этого метода в градостроительстве не носит повсеместного характера.

Если основой первого метода оценки является определение затрат, которые нужно произвести для освоения участка, то основой второго – определение затрат, которые не нужно при этом производить (экономия). При первом методе наибольшую оценку при прочих равных условиях получают наихудшие участки, требующие наибольших затрат на их освоение, при втором – наилучшие, требующие наименьших вложений. Первый метод (КГОТ) предполагает определение оценок каждого отдельного участка, второй (РОМ) – только на основе сравнения участков между собой.

Метод КГОТ позволяет получать величины, аналогичные нормативам капитальных вложений (или приведенных затрат), связанных с различными способами освоения участков. Эти оценки могут использоваться для укрупненных расчетов на всех стадиях градостроительного прогноза.

Оценки, получаемые при РОМ, предназначены для обоснования локальных градостроительных решений, повышения их социально-экономической эффективности путем создания специальных критериев оптимальности, обеспечивающих учет общегородских экономических последствий при принятии решений по развитию и размещению объектов, использованию отдельных участков. По типу социально-экономических оценок городских территорий могут быть получены и другие показатели, обеспечивающие гибкую передачу управляющей информации от общих градостроительных решений к частным и тем самым повышающим социально-экономическую эффективность градостроительного проектирования и управления на локальном уровне.

Концепция комплексной градостроительной оценка территории (затратный метод) разработана С.И. Кабаковой в середине 70-х годов XX века.

Рациональное использование городских территорий, отводимых под жилищное, культурно-бытовое, коммунальное и промышленное строительство, неотделимо от эффективности капитальных вложений в градостроительство.

При комплексной градостроительной оценке территорий сравнительная ценность участков или районов города определяется в двух аспектах:

- во что фактически городу обходится полное освоение районов застройки с учетом всех видов затрат, как прошлых, так и будущих;
- какой экономический и социальный эффект достигается в результате эксплуатации этих территорий.

Таким образом, городские земли оцениваются по двум взаимодополняющим категориям показателей: инженерно-экономическим и расчетным социально-экономическим.

К инженерно-экономическим факторам относятся:

1. подготовка и инженерное оборудование территории;
2. снос и перенесение объектов, расположенных на территории оцениваемых объектов;
3. изъятие под застройку природно-ценных земель.

К социально-экономическим факторам относятся:

1. особенности размещения участков в плане города;
2. санитарно-гигиеническая характеристика участков (мероприятия, связанные с ликвидацией дискомфорта);
3. архитектурно-художественная и эстетическая характеристики.

Основой для построения комплексной градостроительной оценки является дифференциация территорий города по зонам или иным планировочным элементам (микрорайонам, подрайонам и т.д.). Эти планировочные элементы или зоны характеризуются:

- этапами застройки города;
- архитектурно-планировочной структурой;
- системой основных магистралей;
- состоянием жилищного фонда и других видов застройки;
- уровнем инженерного благоустройства, транспортного обеспечения, коммунально-бытового обслуживания;
- природными факторами.

Зоны представляют собой различную качественную ценность и относительную однотипность внутри каждой структурной единицы, как с точки зрения удобств проживания населения, так и по условиям размещения нового строительства.

Метод комплексной градостроительной оценки территории направлен на определение глобальной стратегии развития города, отражаемой схемой функционального зонирования. Назначение РОМ – получение локальных градостроительных оценок, повышение на их базе социально-экономической эффективности градостроительных решений за счет создания специальных критериев оптимальности, обеспечивающих учет общегородских экономических последствий при принятии решений по размещению объектов, использованию отдельных участков.

Участки городской территории различаются по степени их социальной и экономической предпочтительности для размещения объектов различного назначения. При этом часто наилучшие участки



имеют преимущества для размещения объектов многих видов. Однако поскольку площадь этих наиболее благоприятных территорий ограничена, их занятие для размещения одних объектов означает невозможность их использования для размещения других, которые вытесняются на худшие земли. При этом экономические и социальные характеристики вытесненных объектов ухудшаются в различной степени, что приводит к изменению общих затрат и условий проживания в городе в целом. Целью РОМ, как отмечали его авторы, «является создание оптимального плана размещения объектов строительства по районам».

Оптимальным планом называется план размещения городского строительства, наилучший в социально-экономическом отношении не для одного какого-то объекта или группы объектов, а для города в целом.

Анализ оптимального плана позволяет отметить важную особенность формирования затрат на строительство. Различное (в разных районах или с разной интенсивностью) размещение каждого объекта связано с изменением двух категорий затрат.

- Приведенные затраты на размещаемый объект существенно зависят от района, где он размещается и от интенсивности использования территории.
- Каждый вариант связан с изъятием различных по качеству (или размеру, если варьируется интенсивность освоения территории) участков у других возможных землепользователей, которые вытесняются на худшие участки, где стоимость строительства оказывается выше.

Учитывая изложенное, в составе затрат, связанных с освоением каждого участка, выделяются две составляющие:

- затраты на объекты, размещаемые в пределах данного участка (прямые затраты);
- дополнительные затраты на объекты, которые не могли быть размещены в пределах данного участка из-за его изъятия для размещения рассматриваемого объекта и были размещены на худших участках (затраты обратной связи или косвенные затраты).

Использование показателя косвенных затрат дает возможность получения критерия, обеспечивающего выбор для одного объекта или района того варианта, который будет наилучшим с общегородской точки зрения. Этот показатель позволяет вместо детального, персонализированного описания плана размещения ограничиться установлением для каждого района некоторого экономического показателя аналогичного показателю нормативной эффективности. Этот показатель служит для передачи информации об оптимальном плане и создает возможности для большего маневрирования, в частности, определения размещения новых объектов или решения детальных задач градостроительного управления, и называется экономической оценкой. Экономическая оценка соответствует теории земельной ренты, в которой цена земли отождествляется с экономией от использования лучших участков по сравнению с худшими. Кроме того, формально-расчетная

операция определения полных затрат также соответствует прибавлению к реальным строительным и эксплуатационным затратам цены земли.

Для определения оптимального плана использования территории города и соответствующих этому плану экономических оценок территории может быть использована специальная модель линейного программирования. Линейное программирование, несмотря на некоторое огрубление описываемых явлений, дает возможность получения одновременно с оптимальным планом, так называемых, двойственных оценок. Двойственные оценки истолковываются как своеобразные цены ресурсов и продукции.

Оценки обладают свойствами именно экономии (или ущерба) от использования (или изъятия) ресурсов. В данном случае такими ресурсами являются городские земли, оценки которых и получаются одновременно с нахождением оптимального плана.

В модели приняты следующие условные обозначения:

$i$  – номер оцениваемого района,  $i = 1, \dots, n$ ;

$k_i$  – номер способа преобразования (реконструкция, застройка)  $i$ -го района;  $k_i = 1, \dots, K_i$ ;

$l$  – номер градостроительной функции или способа использования территории,  $l=1, \dots, r$ ;

$V_{ikl}$  – количество единиц  $l$ -й функции, получаемой при  $k_i$  способе преобразования  $i$ -го режима;

$W_{ik}$  – комплексный показатель, характеризующий удобства проживания в  $i$ -ом районе при осуществлении  $k_i$ -го способа его преобразования, измеряется в баллах на 1 га;

$S_i$  – территория  $i$ -го оцениваемого района, га;

$A_i$  – количество единиц  $i$ -ой функции, которое должно иметься в городе к концу планового периода;

$R$  – условный показатель, характеризующий условия проживания в городе в целом: минимальное количество баллов (в тех же единицах, что и  $W_{ik}$ , но не на 1 га, а на город в целом);

$C_{ik}$  – приведенные затраты на преобразование  $i$ -го участка  $k_i$ -м способом, руб/га;

$x_{ik}$  – территория  $i$ -го участка, преобразуемая  $k_i$ -м способом, га.

В принятых обозначениях математическая модель определения оптимального использования городских территорий приобретает следующий вид: определить такие  $x_{ik} \geq 0$  (набор территорий  $i$ -го участка, преобразуемого  $k_i$ -м способом), при которых обращается в минимум линейная функция

$$L = \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^{K_i} c_{ik} \cdot x_{ik} \rightarrow \min \quad (1)$$

и выполняются условия:

$$\sum_{k=1}^{K_i} x_{ik} \leq S_i, \quad i = 1, 2, \dots, n, \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^{K_i} x_{ik} * V_{ikl} \geq A_i, \quad (3)$$

$$\sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^{K_i} W_{ik} * x_{ik} \geq R. \quad (4)$$

Эта модель является моделью линейного программирования. Функционал (1) соответствует требованиям отыскания такого варианта освоения территории, при котором приведенные затраты на преобразование современного использования территории в проектное будут минимальными.

Ограничение (2) фиксирует преобразование территории каждого района – количество территории, преобразованной всеми способами, допустимыми для данного района. Допускается сохранение современного использования территории; в этом случае ограничение имеет форму неравенства. Для освоенных районов предусматривается обязательное преобразование территории одним из допустимых способов – ограничения для этих районов записываются как равенства.

Ограничение (3) обеспечивает выполнение заданий по количеству объектов каждого вида, требуемого в городе. Рассматриваются следующие из них:

- жилая застройка (м<sup>2</sup> общей площади);
- промышленные объекты различных классов (работающих чел.);
- коммунально-складские объекты различных классов (работающих чел.);
- зеленые насаждения общегородского значения, га;
- учреждения культурно-бытового обслуживания различных классов (работающих чел.);
- научно-исследовательские, проектные институты и конструкторские бюро (работающих чел.);
- высшие и средние учебные заведения (работающих и учащихся дневных отделений);
- аэропорт.

Ограничение (4) устанавливает требования к условиям проживания – суммарная условная оценка условий проживания должна быть не меньше заданной величины R, которая может определяться, например, по генеральному плану города.

Решение экономико-математической задачи с помощью данной модели позволяет получить оптимальный план использования территории оцениваемых районов (в рамках разработанных альтернативных вариантов), т.е. план, обеспечивающий развитие градостроительных функций в заданных размерах с минимальными приведенными затратами и соответствующие этому плану экономические (точнее социально-экономические) оценки территории районов. Эти оценки являются отображением оптимального плана. Применение оценок обеспечивает общее совершенствование использования городских территорий в

направлении оптимального плана, даже если сам план не предполагается осуществлять в общегородском масштабе.

### **Концепция кадастровой оценки городских земель на основе градостроительного подхода**

Первой основной целью экономической (кадастровой) оценки недвижимости является анализ структуры затрат на создание и воспроизводство земельной недвижимости, состоящую из всей системы городских земель, включая инженерную, транспортную, социальную и другие составляющие инфраструктуры.

Исходя из этого, важнейшей задачей становится оценка не только величины, но и пространственно-функционального распределения затратной составляющей стоимости городской земельной недвижимости. Необходим алгоритм поиска обоснованного ответа на вопрос: за чей счет и насколько эффективно осуществляется использование и развитие отдельных территорий и городской земельной недвижимости в целом.

Вторая цель экономической оценки – определение рентной составляющей стоимости городских земель различного назначения, т.е. реальной или потенциальной прибыли от их использования.

Таким образом, экономическая оценка городских земель позволяет создать современные экономические рычаги для изменения системы современного землепользования в интересах оптимизации условий жизни, работы и отдыха жителей, более гармоничного развития города в целом. Для решения проблем оптимизации финансово-экономических отношений города – собственника земли и всех землепользователей проведение кадастровой оценки городских земель имеет первостепенное значение.

Кадастровая оценка городских земель включает три иерархических уровня представления по крупности оцениваемых элементов.

1. Уровень оценки земельных участков.
2. Уровень оценки кварталов.
3. Уровень территориально-экономического зонирования.

Создание системы кадастровой оценки городской земельной собственности является одной из серьезнейших проблем. Закон об оценке земли, другие законы, необходимые для полноценной жизнедеятельности и развития города находятся еще в стадии разработки. Единые методические подходы к кадастровой оценке городских земель и земельных участков пока также еще окончательно не сформированы.

Решение задачи кадастровой оценки городских земель следует искать в рамках более широких подходов, комплексного анализа экономических процессов, происходящих в городе в целом.

Земельная политика города тесно связана с экономической, экологической, градостроительной и социальной политикой. Соответственно должно быть обеспечено согласование процессов создания и развития городского земельного кадастра с системой описания, оценки и регистрации всех видов недвижимости, генеральным планом развития

города, градостроительным кадастром, всеми информационными системами, обеспечивающими управление городом. Система кадастровой оценки городских земель и территориально-экономическое зонирования должна стать информационно-правовой основой для кадастровой и индивидуальной оценки всех видов стоимости отдельных земельных участков в соответствии с целью оценки при всех видах рыночных операций с ними, создания и развития полноценного земельного рынка.

В соответствии с целями кадастровой оценки городской земельной недвижимости сам процесс оценки происходит на основе поквартальной кадастровой оценки, как наиболее удобного уровня для формирования основы решения градостроительных задач, как на стадии градостроительного прогноза, так и при управлении эффективным использованием городских территорий. Кадастровая оценка городских территорий имеет четкую последовательность основных оценочных действий.

I этап. Определение общих затрат города (прямых и косвенных) на расширенное воспроизводство городской земельной недвижимости, их территориального и функционального распределения.

II этап. Анализ локальных ситуаций при оценке городской земельной недвижимости для отдельных частей городских территорий и отдельных земельных участков с учетом всех градостроительных, исторических, архитектурных, экологических и иных ограничений и определение их потенциальной рыночной стоимости.

III этап. Составление результирующих локальных балансов затрат и поступлений от всех видов земельных и иных платежей по отдельным территориям и землям различного функционального назначения.

IV этап. Выявление возможности повышения эффективности всей системы управления развитием города.

### **Градостроительная оценка городских территорий. Автоматизация**

Ранее отмечалось, что при градостроительной и кадастровой оценке территорий возможно использование единого методического и модельного инструментария, и что земельно-кадастровая оценка может быть получена из градостроительной оценки путем определенных преобразований.

Это обстоятельство было использовано для разработки необходимых методических и инструментальных средств, опирающихся на результаты работы. Современное ПО ориентировано на широкий круг задач, связанных с землепользованием, и включают средства работы в двух взаимосвязанных направлениях: проектно-градостроительном и земельно-кадастровом, в частности, средства для вычисления градостроительной и земельно-кадастровой оценок территории. Аналогично ориентированы и другие программные комплексы, и можно с достаточной степенью уверенности говорить о том, что все они в части градостроительной оценки (затратный метод) идентичны. Поэтому для них характерен

примерно одинаковый набор и структура входной и выходной информации.

### *Исходные данные для расчетов*

Поскольку, как отмечалось выше, для градостроительной и кадастровой оценки используется общий понятийный и модельный аппарат, то и в состав первичных исходных данных для расчетов входят в основном те же исходные данные, которые используются проектировщиками при разработке раздела функционального зонирования в рамках традиционной технологии.

1. Опорный план, содержащий информацию по физической географии, существующему функциональному использованию территории, улично-дорожной сети.
2. Картографические и иные данные по инженерно-геологическим характеристикам территории.
3. Данные по промышленным предприятиям и другим местам приложения труда, включающие такие характеристики как наименование, расположение на плане, отраслевая принадлежность, численность занятых.
4. Данные по городской экологии: точечные источники выбросов, ареалы индексов суммарных загрязнений и прочее.
5. Данные по состоянию жилья: типы жилья, дифференцированные по плотности жилого фонда, этажности, периоду строительства, степени износа.
6. Данные по системе обслуживания населения: размещение и емкость торговых центров, ярмарок, рынков.
7. Данные по системе озеленения и мест отдыха.
8. Данные по историко-архитектурным памятникам и зонам.
9. Данные по системе городского транспорта.
10. Структура занятости и структура подвижности населения.
11. Задание на проектирование генерального плана: цели развития на расчетный период, основные расчетные параметры, объемы строительства жилья, торговли, бизнеса, производства, ориентировочные территориальные ареалы возможного размещения, строительства на расчетный период и др.

Данные не должны ограничиваться городской чертой: в их состав должны входить данные о ближайшем окружении города, ближайших населенных пунктах, местах отдыха, сельскохозяйственных землях и т.п. Другими словами и на этом этапе город должен рассматриваться как градостроительная система.

Как базовые могут использоваться карты М 1:25000 и дополняющие их карты М 1:10000. Для крупных городов технологически более удобными могут оказаться карты нестандартных масштабов (М 1:20000) и планы М 1:5000.

Таким образом, любой город, для которого ранее разрабатывался генеральный план, имеет в своем распоряжении все необходимые данные

для расчета земельно-кадастровой оценки в программно-модельном комплексе.

### ***Выходные данные***

Для простоты процесса управления развитием города оценка производится по административным единицам (районам или округам). В состав результатов по каждой административной единице входят материалы поквартальной оценки и территориально-экономического зонирования. Материалы территориально-экономического зонирования имеют наглядный характер рельефа стоимостей, где каждому интервалу сопоставлен свой цвет, а шкала подобрана таким образом, чтобы происходил плавный переход от красных тонов через желтые, зеленые, синие к фиолетовым тонам в соответствии с движением наиболее ценных земель к наименее ценным. Цветовой рельеф стоимости соответствует аналитическому описанию рельефа стоимостей. Возможно также представление соответствующее аналитическому описанию одноцветное изображение рельефа стоимостей изолиниями. Иногда такое представление помогает в более точной оценке причин дифференциации потребительской ценности городской территории. Следует отметить, что при формировании оценки земель в дополнение к рассматриваемой территории, наряду с центральными административными единицами рассматриваются и удаленные от центра (добавление всегда носит конкретный характер) с тем, чтобы включить полный диапазон оценок (в одном варианте и самые ценные и менее ценные территории).

### ***Комплекс работ, выполняемых на основе программно-аппаратных комплексов***

Примером такого программно-аппаратного комплекса может служить ПК LandUse. Основными элементами комплекса, представляющими этапы работы и одновременно результаты, имеющими самостоятельную ценность, являются следующие:

- 1) предплановая градостроительная и земельно-кадастровая оценка территории;
- 2) оценка рассматриваемого проектного варианта функционального зонирования территории (таких вариантов может быть несколько): вычисление значений целевой функции – задача, имеющая важное значение для градостроительного проектирования;
- 3) постплановая градостроительная и земельно-кадастровая оценка территории для рассматриваемого проектного варианта функционального зонирования территории;
- 4) оптимизация плана функционального зонирования территории: формирование оптимального плана программными средствами;
- 5) оценка оптимального плана функционального зонирования территории: вычисление целевой функции;

- б) постплановая градостроительная и земельно-кадастровая оценка территории для оптимального плана функционального зонирования территории.

Таким образом, земельно-кадастровая оценка территории производится в рамках одного расчета трижды: в предплановой и в постплановой ситуации для рассматриваемого проектного варианта и для оптимального плана функционального зонирования.

Принятие решения об окончательном проектном варианте осуществляется проектировщиком. Связанная с этим вариантов постплановая оценка рассматривается как кадастровая оценка и включается в систему земельного кадастра города.

Подобный комплекс расчетов может выполняться неоднократно при разработке генерального плана города в рамках итерационного процесса взаимной увязки проектных решений по подсистемам функционального зонирования территории, улично-дорожной сети и системы городского транспорта, системы культурно-бытового обслуживания, системы инженерного оборудования и др.

Оптимальный план функционального зонирования территории, формируемый в процессе расчетов, играет особую роль в контексте проблемы нахождения наилучшего, наиболее эффективного способа использования территории в условиях ограниченного спроса на объемы функций и конкуренции за территории.

По существу, данная проблема находит здесь свое естественное решение, недостижимое при рассмотрении каждого земельного участка в отдельности, когда определение наилучшего, наиболее эффективного способа использования участка ведется без учета решений, принимаемых в тот же момент в отношении других участков.

### ***Калибровка модели***

Любая модель, лежащая в основе программных комплексов является аппроксимированным, значительно упрощенным и огрубленным описанием градостроительной ситуации. Поэтому необходима обязательная проверка результатов расчетов на адекватность и приведение модели в соответствие реальной ситуации – калибровка. Методика формирования земельно-кадастровой оценки на основе градостроительной оценки территории требует калибровки по данным продаж земельных участков или по данным продаж квартир и других видов недвижимости. В принципе для калибровки необходимо иметь две величины стоимости земель: максимальную и минимальную по городу. Осуществляется линейное отображение вычисленных величин градостроительной оценки на эти границы так, что минимуму градостроительной оценки соответствует максимум земельно-кадастровой оценки и наоборот. Минимальное значение стоимости земель определяется величиной совокупных предшествующих вложений в инженерную и транспортную инфраструктуры, равномерно распределенной на все городские



территории. Оно может быть получено на основе данных, имеющихся у городских служб эксплуатации этих систем, а так же другими несложными методами. Максимальное значение может быть получено только по данным продаж. Поскольку надежность данных о продажах всегда вызывает известные сомнения, то желательно опираться не на одну наиболее дорогую сделку, а на несколько. Кроме того, необходимо иметь данные в референтных точках, позволяющих оценить величину стоимостных надбавок, связанных с престижем и репутацией районов города.



Рисунок 9. Блок-схема основных операций и результатов программно-аппаратного комплекса.

## **Градостроительный прогноз и управление процессами реализации проектных решений**

Исследователями определено 6 основных принципов непрерывного градостроительного прогноза.

1. Единство и непрерывность процессов принятия решений и управления процессами их реализации.

2. Цикличность процесса.

3. Четкое разграничение управляющей и управляемой систем.

4. Достижение в управляющей системе меры разнообразия, адекватной разнообразию в управляемой.

5. Изъятие функций управления из нескольких сфер принятия решений и сосредоточения их в одной.

6. Единство информационного обеспечения системы, системы технико-экономических показателей и нормативной базы.

Поскольку непременным условием реализации градостроительных проектов является включение градостроительных мероприятий в территориальные планы экономического и социального развития, процессы градостроительного проектирования и принятия решений должны быть включены в общий непрерывный процесс «проект – план – реализация». Процесс принятия градостроительного решения сводится к следующему: «концепция (прогноз) – проект – программы реализации». При таком подходе город рассматривается как элемент региональной градостроительной системы (РГС), а прогноз развития городских территорий является лишь этапом в региональном прогнозе.

Разработка проекта на региональном уровне при использовании современных методов и средств автоматизированного проектирования и информационного обеспечения может быть осуществлена в течение 1,5...3 лет. Стадия разработки генеральных планов на уровне программно-целевых и нормативно-целевых моделей может быть выполнена в течение 2-3 лет. Таким образом, весь процесс градостроительного прогноза может быть сведен к пятилетнему сроку, что согласуется с традиционным порядком подготовки плановых и проектных документов. Каждые 5 лет не-

обходимо повторять весь цикл разработки и корректировки нормативно-целевых моделей со сдвижкой расчетного срока на очередное пятилетие и при необходимости пересмотр программно-целевой модели.

### **Процесс и структура управления использованием городских территорий.**

Система управления городскими территориальными ресурсами должна обеспечивать выполнение двух функций:

- обеспечение общегосударственных интересов;
- обеспечение интересов отдельных членов общества

Новые социально-политические и экономические условия сформировали новую систему управления, основными характеристиками которой являются:

- резкий переход от административно-плановой к рыночно-предпринимательской модели;
- разграничение функций и субъектов государственного и негосударственного управления;
- развитие процессов демократизации общественных отношений;
- интеграция России в мировой информационно-технологический процесс;
- интеграция политико-общественных и социально-экономических процессов.

Управление городскими территориями охватывает весь спектр общественных отношений — от социального до экономического, правового, экологического и других видов управления и должно включать в себя: планирование, регулирование, организацию и контроль за использованием земель.

Основу системы управления городскими территориями составляют объект, субъект, предмет, цель, задачи и функции управления.

Объект управления – все территория в пределах городской черты, отличающиеся по характеру использования, правовому статусу, а также земельные участки, не вошедшие в землепользования (земли общего пользования).

Предмет управления – процессы организации использования территории, которые в пределах городской территории обеспечивают реализацию всего многообразия потребностей его жителей.

Многообразие потребностей приводит к многообразию способов использования земель, подлежащих управлению. К числу таких способов относятся:

- осуществление территориальной организации использования земли в границах землепользования, отдельных участков, (массивов), земель (землеустройство, планировка, зонирование и др.);
- инженерное обеспечение процесса использования земель (инженерные коммуникации);
- установление правового статуса земель (собственность, пользование, аренда, ограничения, обременения);
- установление направлений и видов использования земли (разрешенное использование);
- внедрение экономически и экологически эффективных технологий использования земли;
- анализ природного и экономического состояния земель;
- иные мероприятия, влияющие на статус и состояние земель.

Цель управления территориями – выражение потребностей общества на основе использования свойств конкретного земельного ресурса. В общем виде, целью управления земельными ресурсами является создание и обеспечение функционирования системы земельных отношений и землепользования, позволяющих в наибольшей степени удовлетворять потребности общества, связанные с использованием земли.

Цель отражает перспективное состояние территориальных ресурсов и процесса их использования и представляет собой планирование использования городских территорий. Поскольку в состав городских земель входят территории, имеющие различный юридический статус и принадлежащие различным пользователям, то для облегчения процесса управления создаются общие правила и устанавливаются границы использования территории.

В конкретный период времени цель может иметь выраженный акцент: социальный, экономический, экологический или их комбинация. До середины 80-х годов прошлого века при планировании развития территорий городов и поселков преобладал социальный аспект (декларировалось максимально возможное удовлетворение всех потребностей жителей, часто без установления достаточной их эффективности). В настоящее время в условиях развития рыночных отношений, в том числе и в отношении земельной недвижимости, произошла переориентация на учет экономического аспекта, т.е. достижение максимального экономического эффекта, который зачастую приобретает вид максимума денежных поступлений в бюджет и окупаемости затрат. Однако без социальной направленности цель управления может вызвать обострение социальной ситуации. Современная цель управления земельными ресурсами должна быть сориентирована на максимум экономического эффекта при обеспечении гарантированного социального и экологического уровня.

Целью кадастровой оценки городских территорий является не только анализ структуры затрат на создание и воспроизводство земельной недвижимости, но и реальной или потенциальной прибыли от использования городских земель. Достижение этой цели, которое закреплено в интегрированной оценке городских территорий, и представленное не только численными значениями этой оценки, но и соответствующим картографическим материалом, отображающим ее пространственное распределение, дает возможность создать современные экономические рычаги для изменения системы землепользования в интересах оптимизации условий жизни, работы и отдыха жителей, более гармоничного развития города в целом.

Кадастровая (экономическая) оценка дает возможность обоснованного ответа на вопрос: за чей счет и насколько эффективно осуществляется использование и развитие отдельных территорий и городской земельной недвижимости в целом.

## Структура управления использованием городских территорий

Город как градостроительная система представляет собой многоуровневый объект управления, являясь с одной стороны элементом социально-экономической и территориально-производственной систем на общегосударственном уровне, а с другой стороны находясь в условиях конкретных микроэкономических процессов и территориально-планировочных условий. Эта особенность города определяет и методы управления городским территориальным ресурсом.

Управление городскими территориями может осуществляться двумя способами, а именно через непосредственное и опосредованное управление, выполняющими разные функции, представленные на рисунке.

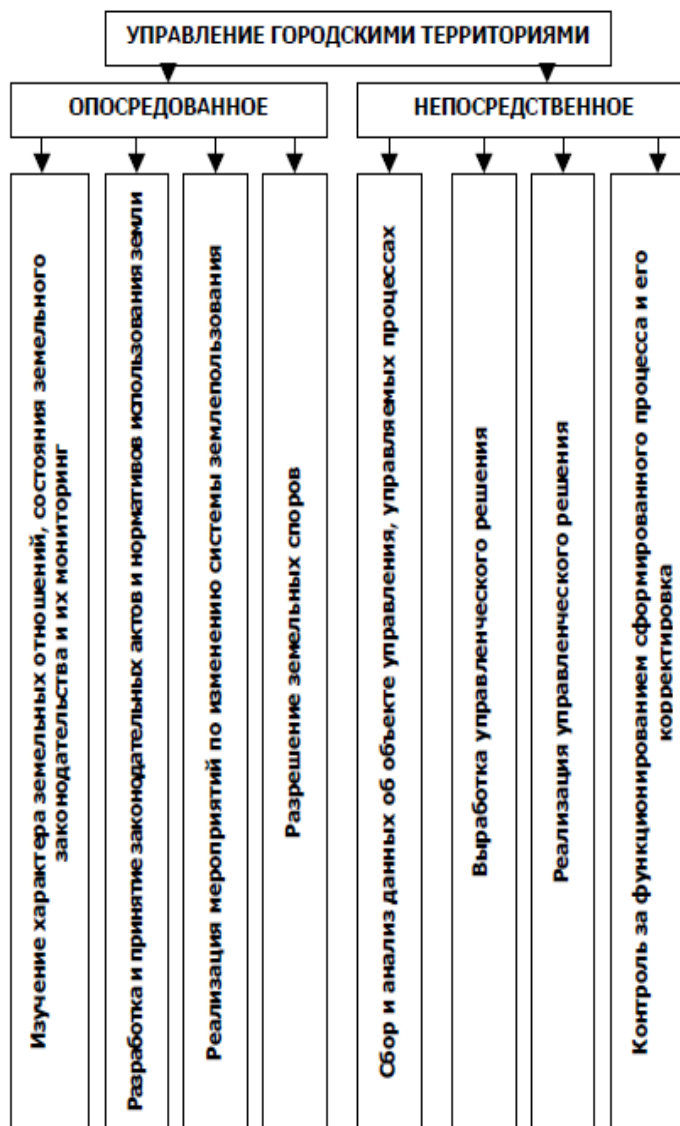


Рисунок 10. Функции управления территориями

Опосредованное управление выполняет роль нормативно-правовой базы регламентирующей градостроительную деятельность, а непосредственное управление – реальный механизм воздействия на распределение городских земель.

Сложность процессов, происходящих в градостроительной системе и их значительная неопределенность и неоднозначность нашли отражение в многообразии методов постановки задач и определении эффективности управленческих решений. Среди наиболее распространенных методов можно выделить:

- директивный;
- аналитический;
- экспертных оценок;
- расчетно-корреляционный;
- экономико-математическое моделирование.

Каждый из этих методов, используемых при принятии управленческих решений, имеет свои достоинства и недостатки.

### ***Применение ГИС-технологий при разработке градостроительной документации***

Использование новейших информационных технологий является одним из условий успешной деятельности по управлению территорией современного города, по проектированию, строительству и эксплуатации зданий, сооружений и городской инженерной инфраструктуры.

Планирование развития территории города и управление ею сейчас просто немислимы без фазы моделирования. Дополнительные сложности, помимо общего роста компактности застройки, связаны с повышенными требованиями к комфортности проживания, экологии, охране окружающей среды, сохранению исторического облика города и сложившихся традиций градостроительства в том или ином регионе или городе. В процессе моделирования создается прообраз новых объектов застройки, которые в будущем призваны служить интересам населения города, бизнеса, туризма и т.д.

Моделирование новых объектов и архитектурных комплексов городской застройки традиционно выполнялось на листе ватмана или посредством создания макетов зданий (как правило, из пенопласта), моделирования ландшафта местности – всеми доступными средствами, начиная от картона, поролон и заканчивая самым обыкновенным мхом и веточками растений. На создание таких макетов уходило очень много усилий и времени. Но времена меняются, появились новые эффективные средства и технологии, такие как ГИС.

#### **Моделирование территории в ГИС**

Еще недавно в геоинформационных системах в основном применялись двумерные пространственные данные. Сейчас ГИС позволяют работать в так называемом 2,5-мерном пространстве, когда величина  $Z$  атрибутивно привязана к точке  $(X, Y)$ , часто с использованием цифровых моделей рельефа местности. Проектировщики пытаются

перейти к так называемой интегрированной фотореалистичной информационной среде, становление которой мы сейчас наблюдаем. Теперь также появилась возможность перейти к полноценным трехмерным данным и, более того, с учетом параметра времени, – к многомерным операциям работы с объектами. Недаром в последнее время большое внимание уделяется 3D технологиям, применяемым в ГИС, в том числе и в продуктах компании ESRI.

Трехмерное компьютерное представление местности застройки значительно повышает возможности визуального анализа при изучении и управлении городской территорией, оно позволяет:

- выполнить фотореалистичное отображение исследуемой территории и виртуальное перемещение по и над моделью местности;
- оценить возможности существующей и варианты проектируемой городской застройки и городского ландшафта;
- провести анализ проектных решений, в том числе на соответствие генеральному плану развития города;
- компилировать необходимые тематические слои с внедренными 3D объектами;
- развивать методы подготовки перспективных трехмерных топологических ГИС-данных и моделей и совмещения их с данными САПР.

3D модель дает более полное представление о территории застройки города, нежели обычные карты и планы, обеспечивает просмотр объектов с любой точки пространства (с высоты птичьего полета, с поверхности земли, из окна любого дома и т.д.), упрощает процессы планирования, контроля и принятия решений.

Уже сейчас одно из условий безошибочного строительства здания – это предварительное построение его проектируемой трехмерной модели и трехмерных моделей окружающей застройки. Трехмерная модель проектируемого объекта помогает архитектору лучше понять самому и объяснить заказчику то, что он собирается построить. Инженеру-конструктору трехмерная модель объекта помогает лучше проработать элементы строительных конструкций, выполнить прочностные расчеты здания. Всем специалистам она позволяет лучше ориентироваться в строящемся объекте.

Подобные трехмерные модели, интегрирующие в себе разнородные векторные и растровые данные, позволяют лучше оценить тенденции застройки территории, помогают дизайнерам при планировании внешнего облика зданий. Их полезно использовать в различных областях деятельности при всесторонней оценке текущей ситуации в интересующем районе города или при его перепланировке.

Кроме того, можно достаточно быстро проанализировать варианты и детали проекта, перемещать здания и другие элементы проекта застройки территории и посредством последовательных приближений достигать желаемого результата. При этом, средства ArcGIS и дополнительного



модуля 3D Analyst позволяют взглянуть на проектируемый объект как со стороны, так и изнутри, а также увидеть вид из окон нового здания.

Большим плюсом данного подхода является и то, что пользователь работает не в системе координат бумажного листа, а в реальной географической системе (пусть даже и местной). В этом случае проектировщик может оценивать свой проект комплексно, без отрыва от городской среды, с учетом существующих и проектируемых инженерных коммуникаций, транспортной доступности, с оценкой влияния различных источников загрязнения, в том числе шумового, окружающей среды и т.д.

### **ГИС в управлении территориальным развитием**

В настоящее время широко употребляются термины «геотехнологии», «геопространственные технологии», «геоинформационные технологии». В последние годы термин стал активно употребляться в сфере территориального планирования. В настоящей работе термин «геотехнологии» употребляется как характеризующий применение методов пространственно-временного анализа в системе управления территориальным развитием и планированием для инвентаризации и оценки состояния объектов управления, прогноза их развития в контексте развития территории в целом, а также для разработки оптимальных моделей территориальной организации социально-экономических систем. По сути, геотехнологии представляют собой типовые примеры прикладных задач в области, управления территориальным развитием, реализованные на основе применения комплекса современных ГИС-технологии и соответствующих геоданных. Перечень таких типовых прикладных задач был определен через функции географического обеспечения систем управления территориальным развитием. Основным средством автоматизированного пространственно-временного анализа являются технологии географических информационных систем (ГИС-технологии), получившие революционное развитие в последние 15 лет.

### **Развитие ГИС как базиса для внедрения геотехнологий в управление территориальным развитием.**

Развитие ГИС-технологии отражает важнейшие тенденции информатизации географии:

- возникла «индустрия» географической информации (унификация – и интеграция способов получения, обработки, представления и хранения информации на базе ГИС-технологии);
- создаются и внедряются стандарты на географическую информацию и обмен ею (национальные и международные инфраструктуры пространственных данных, создана специальная комиссия при ООН по обмену географической информацией, начаты активные работы по созданию национальных инфраструктур пространственных данных в 17 странах Европы, в т.ч. России, Украина - имеет пока статус наблюдателя);

- географическая информация стала товаром и свободно будет (и может) покупаться по сети Интернет (через Интернет уже покупаются космоснимки, ведется широкая дискуссия вокруг Глобальной инфраструктуры пространственных данных, в которой описывается концептуальная основа для обеспечения обмена данными на глобальном уровне, компания ESRI начала говорить о g.net – новой архитектуре для распространения и использования ГИС- информации из распределенных источников. Эта архитектура теперь известна как географическая сеть g.net).

Не претендуя на системный анализ предметной области, можно отметить ряд тенденций развития ГИС, определяющих и подходы к дальнейшему их изучению.

- Лавинообразный рост числа реализованных в различных сферах общественной жизни ГИС-проектов и соответственное увеличение количества публикаций. В связи с этим, конкретные ГИС-проекты необходимо рассматривать и планировать как взаимодействующие элементы гетерогенной программно-технической среды, тесно связанной с другими элементами системы территориального управления. Для этого требуется сформулировать, адаптировав на основе соответствующих стандартов, непротиворечивые и достаточно детальные «информационные образы» предметных областей, в которые внедряются ГИС-технологии. Здесь вполне уместна аналогия с созданием региональных АСУ, когда уровень их развития зависел не столько от совершенства применяемых методов и средств автоматизации управления, сколько от уровня познания закономерностей отношений между органами и объектом управления в условиях конкретного региона.
- Превращение ГИС в своеобразный «сквозной» подход (в форме ГИС функции) в рамках всей системы информационных технологий. Это отражают процессы активной интеграции ГИС-разработок с телекоммуникациями, данными дистанционного зондирования, САПР и менее активные взаимодействия с технологиями экспертных систем. Целевой базой интеграции служат различные типы прикладных задач территориального управления.
- Развитие ГИС перешло от фазы пионерного внедрения к фазе зрелости т.е. к использованию специалистами и коммерциализации. В этом плане, намечается переход от оценки возможностей использования ГИС (зачастую, зависящих только от финансовых возможностей потребителя) к комплексному анализу реальной потребности в их внедрении на уровне отдельных регионов. За последние годы, на пике высоких технологий произошел прорыв в развитии ГИС, связанный с декларированными Э.Тернером неогеографическими подходами, позволяющими на базе геоинтерфейсов (геопорталов, геосервисов) типа Google Earth и Google Maps обеспечивать синхронизированный параллельный доступ к данным дистанционного зондирования Земли по всей иерархии пространственных масштабов. В дополнение к разработанным нами ранее моделям системы

управления территориальным развитием, позволяющим планировать устойчивое развитие через обоснование комплекса управленческих решений, сформулируем определение конструктивно-географического обеспечения, включающего, с нашей точки зрения, следующие блоки:

- географическую информацию (данные об объектах управления, рассматриваемых как полиструктурно и полииерархически взаимодействующие на элементном, компонентном и комплексном уровнях организации территориальные геосистемы, возникающие в процессе взаимопроникновения общества, природы и хозяйства);
- теоретико-методический базис (методы пространственно-временного анализа и комплексного оценивания геоинформации, а также преобразования ее в форму, необходимую для обоснования и принятия управленческого решения);
- нормативно-правовой базис (регламентируемые действующим законодательством - от закона до методических указаний и инструкций - прерогативы действия организационных структур по сбору, обработке, хранению, преобразованию, передаче и использованию геоданных);
- организационно-технологический блок (организации или их подразделения, получающие, передающие, преобразующие геоинформацию, и комплекс программно-технических средств для ее получения).

Приведенное выше определение необходимо рассматривать как первое операционное приближение к решению поставленной задачи. Анализ работ, посвященных данной проблеме показывает, что предметная область находится в стадии становления и подходы к определению базисных понятий должны творчески обсуждаться.

В конструктивно-географическом обеспечении СУТР и программ регионального развития, в частности, можно выделить ряд функций, отражающих перечень решаемых задач на основе применения геотехнологий:

- картографическая визуализация результатов представления данных об объектах управления (и геоданных в широком понимании этого термина);
- системное геоинформационное картографирование территории на всех уровнях ее пространственной организации;
- комплексное геоэкологическое, социально-экологическое и геоэкономическое оценивание состояния объектов территориального управления;
- функциональное зонирование территории (для выделения однородных по заданному критерию ареалов или объектов управления);
- создание и поддержку в функциональном состоянии информационного базиса СУТР. В состав блок сбора данных СУТР входят несколько типов организационно-деятельностных систем, собирающих исходные данные об объектах территориального управления:

- *ресурсно-средовые* (учет, состояние, использование различных природно-ресурсных и производственно-технологических объектов, воздействующие на них факторы, в т. ч. - 8 видов нормативно утвержденных кадастровых и более 90 различных реестровых систем, имеющих весьма существенную пространственную составляющую);

- *санитарно-гигиенические* (санитарно-эпидемиологическая ситуация, особо опасные инфекции, как факторы воздействия на здоровье населения и др.);

- *социально-экономические*, организационным ядром которых являются

региональные подразделения Госкомстата Украины и различные виды ведомственной статистической отчетности;

- *административно-территориального управления* (в т.ч., информационные системы и реестры налоговой службы, силовых структур, паспортного учета, имеющие развитые сетевые базы и банки данных);

- *экологического мониторинга* (состояние природных сред, факторы антропогенного воздействия на окружающую среду, чрезвычайные ситуации техногенно-экологического и природного характера, состояние здоровья населения и т. д.).

- разработка комплекса межотраслевых программ территориального социально-экономического развития (опыт разработки программ территориального развития по заказу Правительства Крыма показал, что практически во всех этих проектах - по развитию минерально-сырьевого комплекса, рекреационного комплекса, экологического мониторинга, экологической сети и др. присутствуют схемы функционального зонирования территорий по заданным признакам, создаются геоинформационные базы данных по объектам потенциала и по ограничениям его территориального использования). Узконаправленное использование ГИС в земельном кадастре, сельском хозяйстве в управлении территориальным развитием, позволило улучшить работу в этих сферах, дало новые возможности для мониторинга и прогнозирования, снизило процент ошибок в работе с картографическими материалами.

### **Информационная система поддержки принятия управленческих решений на основе ГИС и Web-технологий**

Далее будет рассматриваться применение геоинформационных и WEB-технологий для поддержки принятия решений в различных сферах управления. Наглядная картографическая форма представления информации удобна для органов государственного и территориального управления, с одной стороны, и полезна для анализа рынка товаров и услуг, – с другой.

Задачей принятия решений называют кортеж  $Y = \langle W, Q \rangle$ , где  $W$  – множество вариантов решений,  $Q$  – принцип оптимальности, дающий

представление о качестве или предпочтительности вариантов. Решением задачи называют подмножество  $W_{оп}$ , полученное на основе принципа оптимальности. Если  $W, Q$  неизвестны, то имеют дело с общей задачей принятия решений и  $W_{оп}$  определяют в процессе решения. Задачу с неизвестным  $W$  называют задачей выбора вариантов, а если известны  $W, Q$ , то имеют дело с задачей оптимизации.

Если произвольное свойство варианта выразить числом  $K_j$   $j=1,2..n$ , т.е. предположить, что имеется отображение  $W$  на  $K$ , то такое свойство называют критерием, а число  $K_j = G(W_i)$  – оценкой варианта  $W_i$  по критерию  $K_j$ .  $K_n$  – критериальное пространство, координаты точек которого – оценки по соответствующим критериям.

Принять «правильное решение» – значит выбрать такую альтернативу из числа возможных, в которой с учетом разнообразных факторов будет оптимизирована общая ценность. Если при ПР можно выделить один параметр, которому отдается безусловное предпочтение и который наиболее полно характеризует свойства объекта, то его можно принять в качестве целевой функции при условии соблюдения определенных ограничений. Такая задача называется однокритериальной и решается известными методами теории принятия решений.

Решение задачи принятия решений можно представить и в виде последовательности действий: генерация вариантов, выбор критериев, решение задачи выбора. В решении задач ППР, как правило, участвует лицо принимающее решение (ЛПР), эксперт, оценивающий варианты, и консультант, помогающий формировать варианты и знающий предметную область.

Цели создания геоинформационной системы ППР могут быть следующими:

- представить достаточно полное картографическое описание объекта управления для использования при принятии управленческих решений;
- создать в сети Интернет геоинформационный сайт, обеспечивающий совместно с ГИС возможность оперативного отображения и обработки информации, а также поддержки принятия решений.

Возможность использования картографической информации в динамике предоставляют GIS/Database-технологии, а требование доступности широкого круга пользователей обусловило выбор Web-технологии.

ГИС ППР предназначена для решения следующих функциональных задач:

- сбор информации по параметрам объекта управления и их размещение в базе данных;
- импорт информации из первичной базы данных и отображение объекта управления на основной карте;
- формирование аналитических карт, содержащих показатели состояния и развития объекта управления, и экспорт их на Web-сайт;

- формирование аналитических карт по кадровой политике и экспорт их на Web-сайт;
- формирование аналитических карт по технической и финансовой обеспеченности объекта и экспорт их на Web-сайт;
- пространственный картографический контроль, анализ и принятие решений по территориальному планированию и управлению;
- вывод на печать отчетов и макетов карт.

В качестве основных ГИС-технологий могут быть рассмотрены две, условно названные «распределенная ГИС-технология (РГИС)» и «локальная ГИС-технология (ЛГИС)». В первом случае нижний уровень систем образуют базы пространственных и атрибутивных данных (картографических, образовательных, демографических и других ресурсов), рассредоточенные в национальных и территориальных ведомственных структурах. Например, доступ по каналам связи к базам пространственных данных, т.е. к файлам карт, которые могут находиться в агентстве по землеустройству, геодезии и картографии, а также к данным Комитета по статистике и другим ресурсам требует наличия программного пакета Spatial Database Engine. SDE содержит сервер пространственных баз данных, сервер DBMS и является высокоэффективным программным средством для доступа к объектно-ориентированным пространственным данным, работающим со многими коммерческими системами управления базами данных – такими как Oracle, Informix, Sybase, DB2 и MS SQL Server – используя открытые стандарты и клиент/серверную архитектуру.

«Локальная ГИС-технология», выбранная нами, рассчитана на работу в монопользовательском режиме и на концентрацию данных о ресурсах в первичной базе данных на сервере, а ГИС устанавливается на рабочей станции.

На рис. 11 изображена структура ПО ГИС ППР, не требующая наличия SDE, т.к. обращение к базе данных по локальной сети может быть организовано стандартными сетевыми средствами и средствами ГИС.

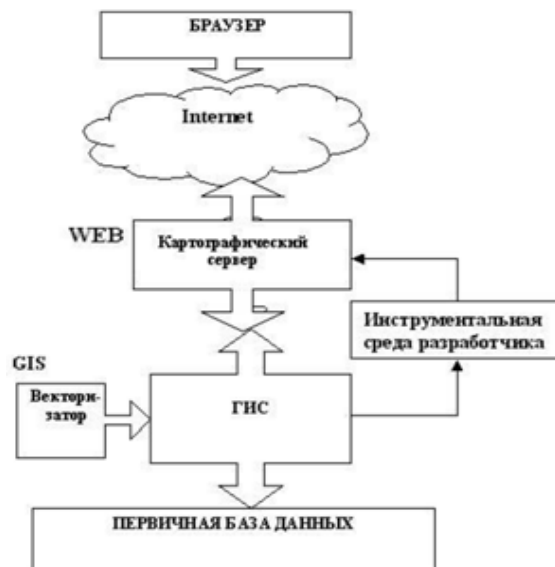


Рисунок 11. Структура программного обеспечения ГИС ППР

### ***Концепция ГИС территориального управления.***

#### **Виды ГИС территориального управления.**

Географическая информационная система (ГИС) - это система для управления географической информацией, ее анализа и отображения. Географическая информация представляется в виде серий наборов географических данных, которые моделируют географическую среду посредством простых обобщенных структур данных. ГИС включает наборы современных инструментальных средств для работы с географическими данными.

Географическая информационная система поддерживает несколько видов для работы с географической информацией(рис.12):

1. Вид Базы Геоданных: ГИС - это пространственная база данных, содержащая наборы данных, которые представляют географическую информацию в контексте общей модели данных ГИС (векторные объекты, растры, топология, сети и т.д.)
2. Вид Геовизуализации: ГИС - это набор интеллектуальных карт и других видов, которые показывают пространственные объекты и отношения между объектами на земной поверхности. Могут быть построены разные виды карт, и они могут использоваться как “окна в базу данных” для поддержки запросов, анализа и редактирования информации.
3. Вид Геообработки: ГИС - это набор инструментов для получения новых наборов географических данных из существующих наборов данных. Функции обработки пространственных данных (геообработки) извлекают информацию из существующих наборов данных, применяют к ним аналитические функции и записывают полученные результаты в новые производные наборы данных.

В программном обеспечении ESRI® ArcGIS® эти три вида ГИС представлены каталогом (ГИС как коллекция наборов геоданных), картой

(ГИС как интеллектуальный картографический вид) и набором инструментов (ГИС как набор инструментов для обработки пространственных данных). Все они являются неотъемлемыми составляющими полноценной ГИС и в большей или меньшей степени используются во всех ГИС-приложениях.



Рисунок 12. Три вида ГИС

### Виды базы геоданных территориального управления.

ГИС - это особый тип базы данных об окружающем мире - географическая база данных (база геоданных). Это “информационная система для географии”. По сути, в основе ГИС лежит структурированная база данных, которая описывает мир в географическом аспекте.

Приведем краткий обзор некоторых ключевых принципов, важных для понимания баз геоданных.

### Географическое представление

Создавая дизайн базы геоданных ГИС, пользователи определяют, как будут представляться разные пространственные объекты. Например, земельные участки обычно представляются как полигоны, улицы - как центральные линии, скважины - как точки, и т.д. Эти объекты группируются в классы объектов, в которых каждый набор имеет единое географическое представление.

Каждый набор данных ГИС дает пространственное представление какого-то аспекта окружающего мира, включая:

- Упорядоченные наборы векторных объектов (наборы точек, линий и полигонов)



Рисунок 13



- Наборы растровых данных, такие как цифровые модели рельефа или изображения

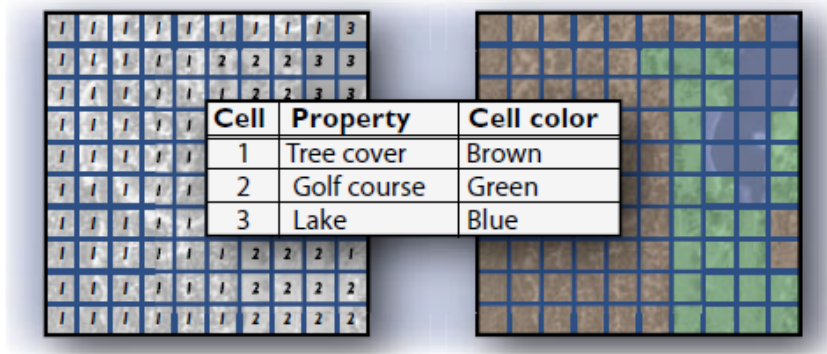


Рисунок 14

- Пространственные сети

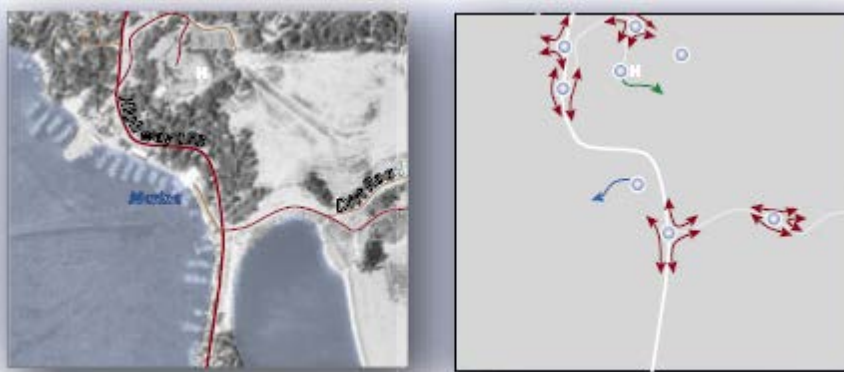


Рисунок 15

- Топография местности и другие поверхности

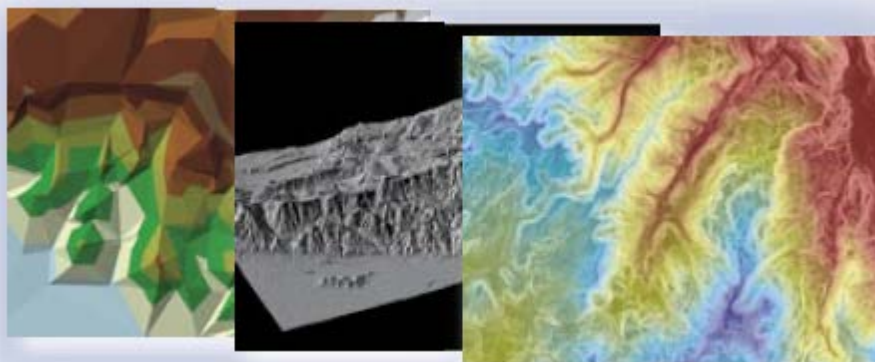


Рисунок 16

- Наборы данных геодезической съемки

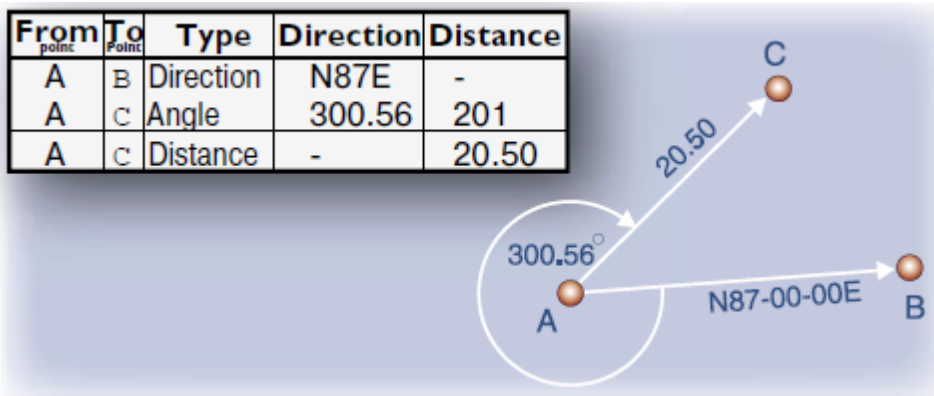


Рисунок 17

- Прочие типы данных, такие как адреса, названия мест, картографическая информация

### Описательные атрибуты

Помимо географических представлений, наборы данных ГИС включают традиционные табличные атрибуты, описывающие географические объекты.

Многие таблицы могут быть связаны с географическими объектами по общим полям (их часто называют ключевыми). Подобные табличные наборы информации и отношения (взаимосвязи) играют ключевую роль в моделях данных ГИС, аналогичную той, которую они выполняют в традиционных приложениях, работающих с базами данных.

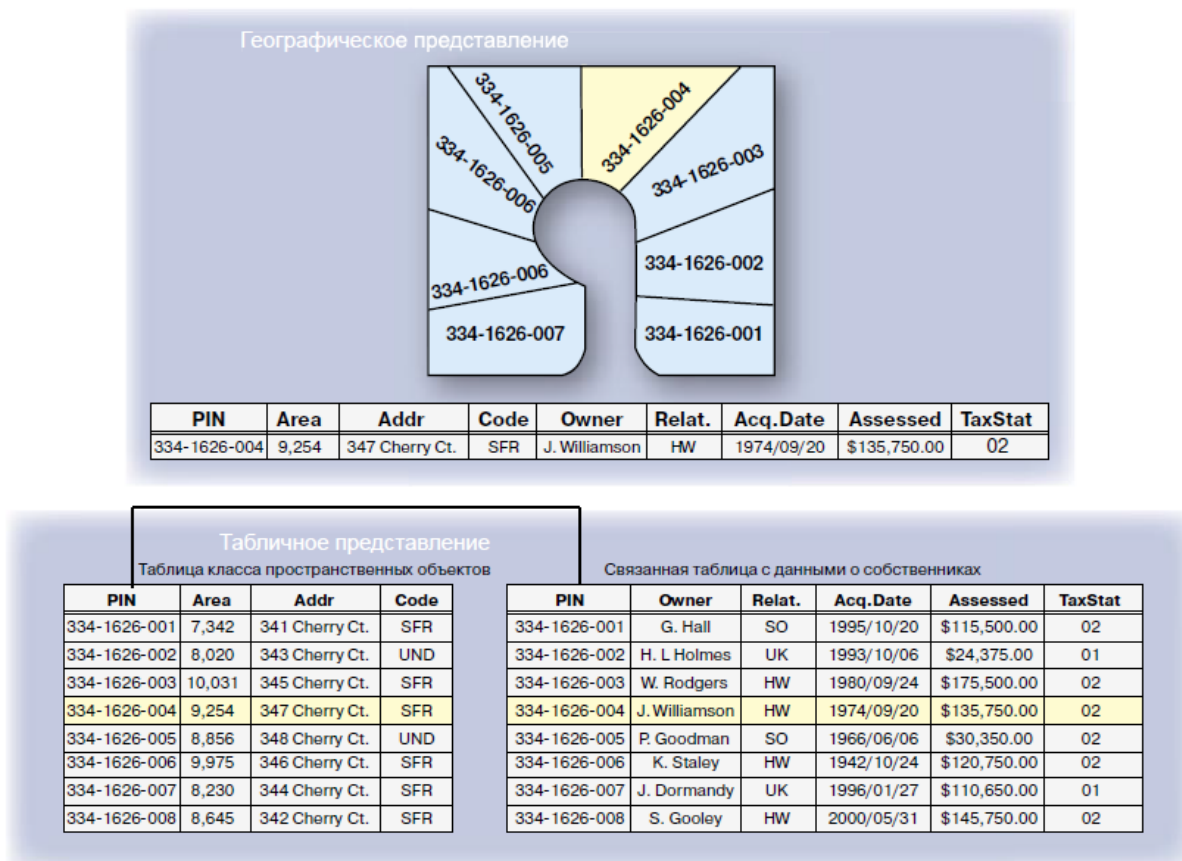


Рисунок 18. Взаимосвязь (отношения) атрибутов и географических объектов

### Пространственные отношения: топология и сети

Пространственные отношения, такие как топологии сети, также являются очень важными частями базы данных ГИС. Топология применяется для контроля за общими границами между пространственными объектами, для определения и исполнения правил целостности данных, а также для поддержки топологических запросов и навигации (например, чтобы определить смежность и связность объектов).

Топология также используется для расширенного редактирования и построения пространственных объектов на основе неструктурированных геометрических элементов (например, для построения полигонов из линий). Сети описывают связанный граф ГИС-объектов, по которому

можно перемещаться. Это важно для моделирования маршрутов и навигации в таких сферах деятельности, как транспортная, трубопроводная, инженерные коммуникации, гидрология и во многих других прикладных задачах, связанных с сетями.



Рисунок 19

В данном примере сети объекты-улицы представляют собой ребра, соединяющиеся в конечных точках (называемых соединениями). Повороты позволяют моделировать перемещение с одного ребра на другое ребро.

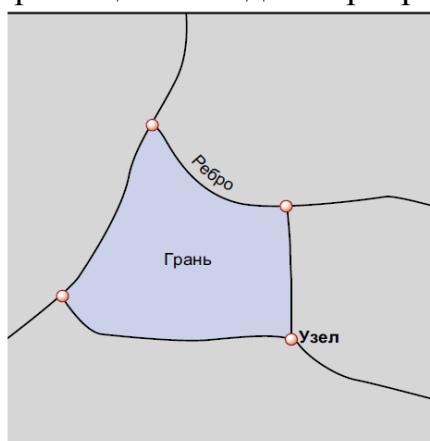


Рисунок 20

Географические объекты с общей геометрией. Геометрию объектов можно описать через отношения между узлами, ребрами и гранями.

### Тематические слои и наборы данных

ГИС организует пространственные данные в серии тематических слоев и таблиц. Так как наборы данных в ГИС связаны географически, им приписаны реальные местоположения, и они накладываются друг на друга.

В ГИС однородные наборы географических объектов собраны в такие слои, как земельные участки, скважины, здания и сооружения, ортофотоснимки и растровые цифровые модели рельефа (ЦМР, DEM).

Четко определенные наборы геоданных критически важны для геоинформационной системы, а основанное на слоях понятие тематического набора информации важно для концепции набора данных ГИС.

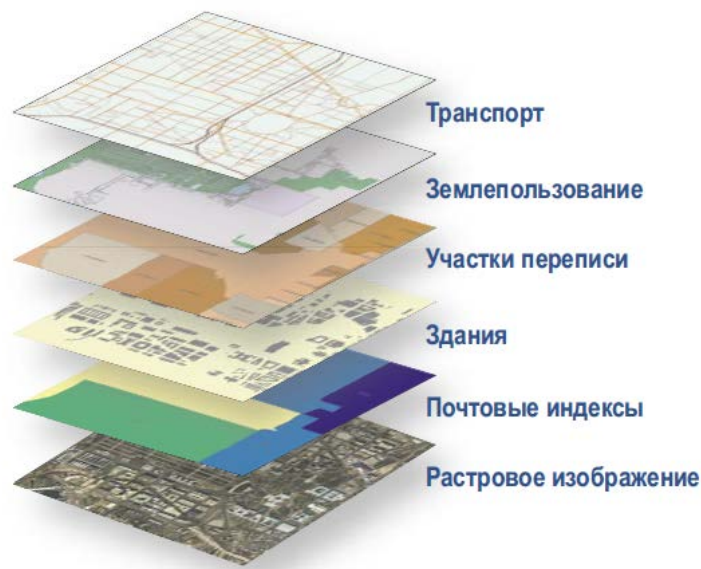


Рисунок 21

ГИС интегрирует многие типы пространственных данных.

Наборы данных могут представлять:

- Первичные “сырые” измерения (например, спутниковые изображения)
- Скомпилированную и интерпретированную информацию
- Данные, полученные в ходе выполнения операций геообработки с целью их анализа и моделирования
- Многие пространственные отношения между слоями легко определяются, исходя из их общего географического положения.

ГИС управляет простыми слоями данных как классами родовых ГИС-объектов и использует богатый набор инструментов при работе со слоями данных для выявления многих ключевых отношений.

ГИС будет использовать множество наборов данных со многими представлениями, часто полученными из разных организаций. Поэтому, очень важно, чтобы наборы данных ГИС были:

- Простыми в использовании и легкими для понимания
- Совместимыми с другими наборами географических данных
- Эффективно компилируемыми и оцениваемыми
- Снабжены понятной документацией по наполнению, планируемому использованию и назначению

Любая база данных ГИС или файловая база будет жестко придерживаться этих общих принципов и концепций. Для любой ГИС необходим механизм описания географических данных в этом контексте, а также широкий набор инструментов для использования и управления этой информацией.

### **Вид геовизуализации.**

Геовизуализация подразумевает работу с картами и другими видами географической информации, в том числе с интерактивными картами, 3D сценами, итоговыми диаграммами и таблицами, видами с показателями времени, схематическими видами сетевых отношений.

ГИС включает в себя интерактивные карты и прочие виды, оперирующие с наборами географических данных. Карты - это мощный модельный образ для определения и стандартизации того, как люди используют географическую информацию и взаимодействуют с ней. Интерактивные карты предоставляют основной пользовательский интерфейс для большинства ГИС-приложений. Они доступны на многих уровнях: от карт для беспроводных мобильных клиентов до Web-карт в браузерах и карт в мощных настольных ГИС-приложениях.

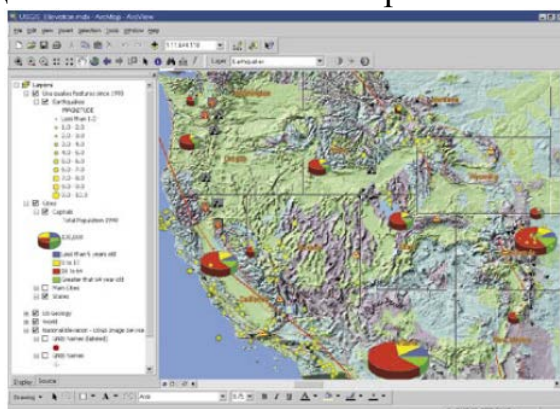


Рисунок 22



Рисунок 23

Карты в ГИС во многом схожи со статичными бумажными картами, но к тому же они интерактивны, то есть вы можете взаимодействовать с ними. Интерактивную карту можно уменьшать и увеличивать, причем при определенных масштабах некоторые слои на карте могут появляться или исчезать. Вы можете применять условные знаки для отображения слоев карты на основе любого выбранного набора атрибутов. Например, цветовая шкала условных обозначений для земельных участков может основываться на типах их зонирования, а размеры точечных значков для обозначения скважин могут быть связаны с их объемом выработки. При указании географического объекта на интерактивной карте можно получить о нем дополнительную информацию, строить пространственные запросы и проводить анализ. Например, можно найти все магазины определенного типа недалеко от школ (например, в радиусе 200 м) или все заболоченные участки на расстоянии до 500 м от выбранных дорог. Кроме

того, многие пользователи ГИС посредством интерактивных карт проводят редактирование данных и создают пространственные представления объектов.

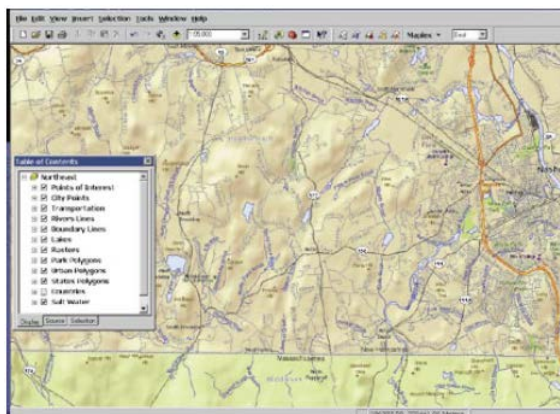


Рисунок 24

Карты используются для отображения и передачи географической информации, а также для выполнения многочисленных задач, таких как развитая компиляция данных, картографирование, анализ, запросы, сбор данных в полевых условиях.

Помимо карт, в базах данных ГИС используются другие интерактивные виды, такие как временные срезы, глобусы и схематические чертежи. Именно через интерактивные карты пользователи ГИС выполняют большинство стандартных задач: как простых, так и продвинутых. Эти карты - основная рабочая форма в ГИС, обеспечивающая доступ к географической информации для сотрудников организации.

Разработчики часто встраивают карты в пользовательские приложения, и многие пользователи публикуют в интернете Web-карты, предназначенные для использования в ГИС.

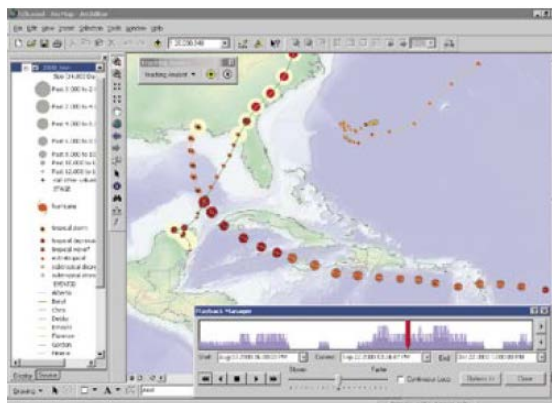


Рисунок 25. Виды, отображающие обстановку в разные моменты

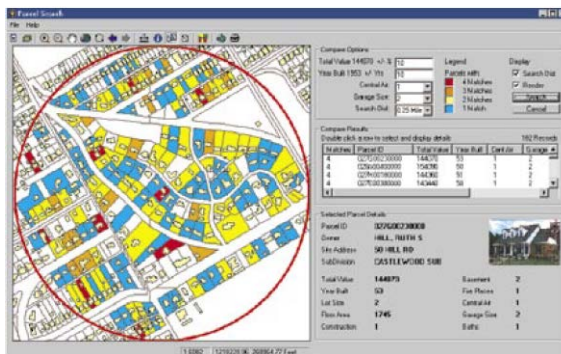


Рисунок 26. Карты, встроенные в пользовательские

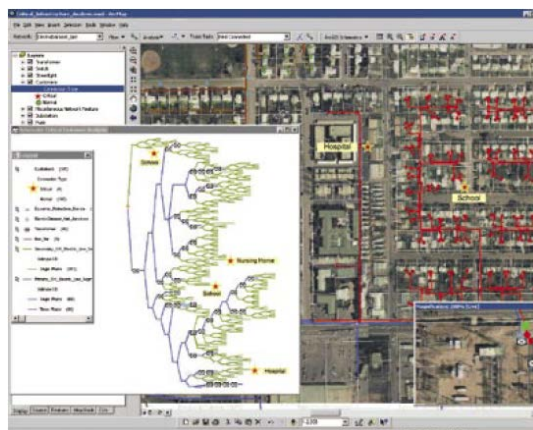


Рисунок 27. Схематические рисунки

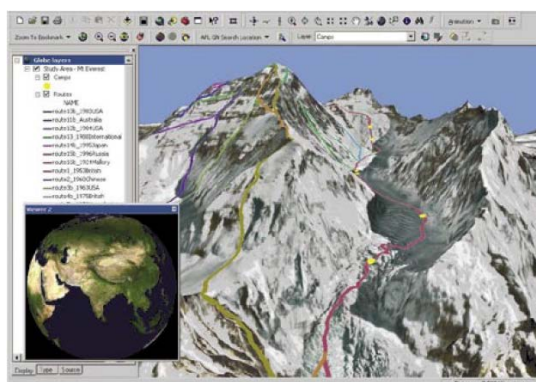


Рисунок 28. Использование приложения ArcGlobe™ для

Как показано в примерах на этих рисунках, информацию, в том числе относящуюся к разным временным срезам (которые фиксируются как “события”), можно представить в программном продукте Tracking Analyst, в ArcGIS Schematics, встраиваемых приложениях, которые используют элементы управления MapControl для поиска земельных участков. Ее также можно просматривать с помощью приложения ArcGlobe.

### Вид геообработки.

Следующий вид ГИС представлен коллекцией наборов географических данных и операторами (инструментами), применяемыми к этим наборам данных. Наборы географических данных могут представлять собой первичные “сырые” измерения (например, спутниковые снимки), интерпретированную и скомпилированную аналитиками информацию

(например, дороги, сооружения или типы почв), либо информацию, полученную из других источников путем дополнительного анализа или моделирования.

Геообработка связана с применением инструментов и процедур, используемых для генерирования производных наборов данных.

ГИС предлагает богатый выбор инструментов для обработки пространственной информации. Эти инструменты используются для работы с такими информационными объектами ГИС, как наборы данных, поля атрибутов и картографические элементы для вывода карт на печать. В совокупности эти продвинутое команды и объекты данных формируют основу развитой среды обработки географических данных (геообработки).

*Данные + Инструмент = Новые данные*

Инструменты ГИС являются строительными блоками для выполнения многошаговых операций. Инструмент применяет операцию к некоторым имеющимся данным с целью получения новых данных. Среда геообработки используется в ГИС для последовательного выполнения серии таких операций.

Операции, соединенные в единую цепочку, формируют модель процесса обработки данных. Такая единая последовательность выполнения операций используется в ГИС для автоматизации выполнения многочисленных задач геообработки. Создание и применение подобных процедур и называется геообработкой.

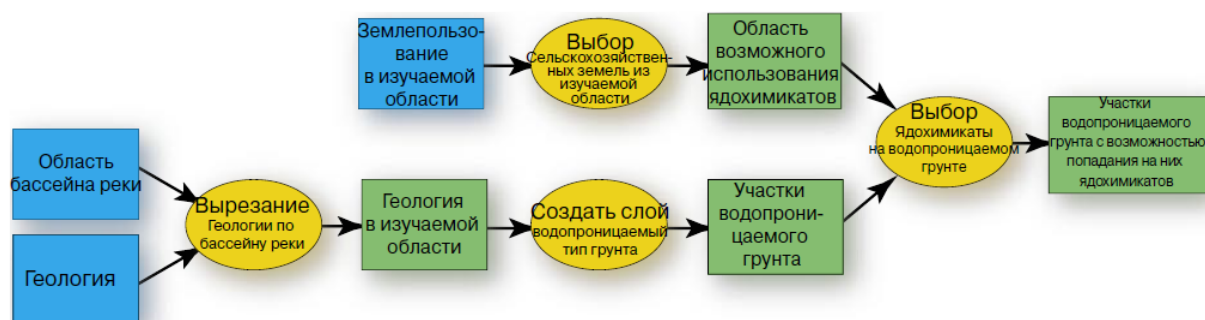


Рисунок 29. Модель процесса обработки данных

Полноценная ГИС содержит обобщенную добротную информацию и широкий набор ГИС-операторов для работы с этой информацией. Так, например, система ArcGIS обладает богатым ГИС-языком с тысячами операторов, которые работают в среде ГИС с различными типами географических данных.

### Геообработка в действии

Геообработка используется для моделирования процессов передачи данных из одной структуры в другую с целью выполнения многих стандартных задач ГИС - например, для импорта данных из разных форматов, интегрирования этих данных в ГИС, для стандартных процедур проверки качества импортируемых данных.



Возможность автоматизации и повторного выполнения таких рабочих процессов является сильной стороной ГИС. Она широко применяется в многочисленных ГИС-приложениях и сценариях работы с данными.

Механизм, используемый для построения рабочих потоков при геообработке, должен выполнять ряд команд в определенной последовательности. Пользователи ArcGIS могут создавать такие процессы графически с помощью интерфейса ModelBuilder™, они также могут написать скрипты при помощи таких современных инструментов программирования, как Python, VBScript и JavaScript.

Геообработка широко используется на всех этапах работы с ГИС для автоматизации и компиляции данных, управления, анализа и моделирования данных, а также для развитой картографии.

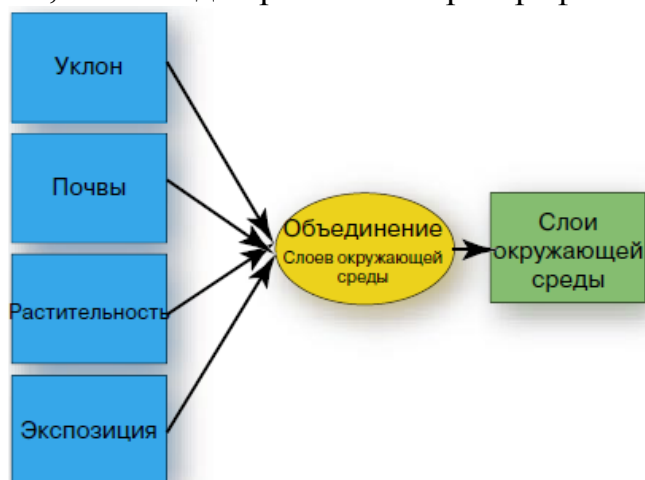


Рисунок 30

ГИС содержит набор инструментов и типов данных, которые входят в процессы, формируемые в среде геообработки. В ГИС можно создать, выполнить и распределить многие многошаговые операции геообработки.

### **Компиляция данных**

Перед выполнением процедур, которые можно автоматизировать с помощью геообработки, необходимо убедиться в качестве и целостности данных, а также проконтролировать их пригодность для многократных запросов QA/QC. Автоматизация этих рабочих потоков средствами геообработки помогает совместно использовать серии процедур, выполнять пакетную обработку и документировать эти ключевые процессы в ходе обработки данных.

### **Анализ и моделирование**

Геообработка - это ключевая среда для моделирования и анализа. К обычным приложениям для моделирования относятся:

- Модели устойчивости и пригодности, прогнозирования и оценки альтернативных сценариев
- Интеграция внешних моделей

- Распространение и совместное использование моделей

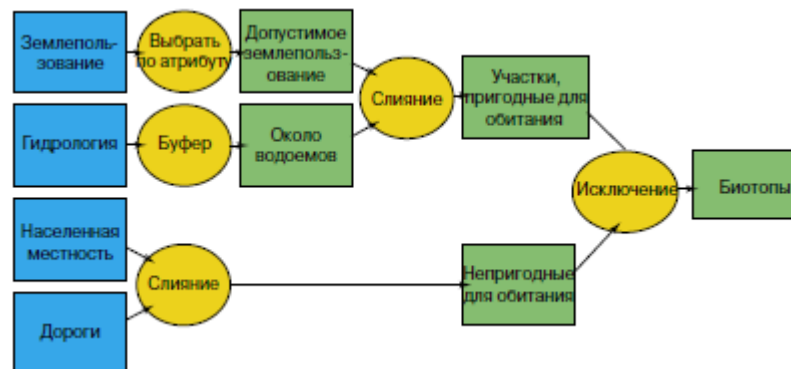


Рисунок 31

Комплексные модели можно совместно использовать в пределах всей организации

### Управление данными

Управление потоками географических данных критически важно для всех ГИС-приложений. Пользователи ГИС применяют функции геообработки для перемещения данных в и из базы данных, для публикации данных в разных форматах, например профайлах GML (Geographic Markup Language), для объединения сходных наборов данных, модернизации схем баз данных ГИС, а также для выполнения пакетной обработки содержимого баз данных.

### Картография

Развитые инструменты геообработки используются для получения разномасштабных картографических представлений, выполнения генерализации, автоматизации большей части рабочих процессов обеспечения и контроля качества (QA/QC) при создании картографической продукции типографского качества.

### Управление информацией в ГИС.

При управлении ГИС-информацией используются многие концепции и характеристики стандартной архитектуры информационных технологий, которые хорошо работают в централизованной корпоративной компьютерной среде. Например, наборы данных ГИС могут управляться в реляционных базах данных, как и прочая корпоративная информация. Для оперирования данными, хранящимися в системе управления базами данных (СУБД), используется современная логика взаимодействия приложений. Подобно другим корпоративным информационным системам, работа которых основана на транзакциях, ГИС широко используются для постоянного изменения и обновления баз географических данных. Тем не менее, технология ГИС имеет ряд важных особенностей.

### Данные ГИС комплексные

ГИС-данные, как правило, имеют большой объем и включают большое число крупных элементов. Например, простой запрос к базе данных для заполнения обычного коммерческого бланка выведет несколько рядов данных, в то время как для создания карты потребуется запросить из базы данных сотни или даже тысячи записей. Кроме того, объем отображаемой векторной или растровой графической информации может составлять многие мегабайты. Помимо этого, ГИС-данным присущи сложные отношения и структуры, такие как транспортные сети, топография территории и топология.

Компиляция данных ГИС является нетривиальным специализированным процессом

Для построения и поддержки графических наборов данных в ГИС требуются развитые средства редактирования. А для поддержания целостности и поведения географических векторных объектов и растров необходима их специализированная обработка на основе особых географических правил и команд. Поэтому компиляция данных в ГИС требует существенных затрат. Это одна из причин, побуждающих пользователей к совместной работе с наборами ГИС-данных.

### ГИС - транзакционная система

Как и в других системах управления базами данных, в базе данных ГИС происходит постоянное обновление разнообразных данных. Поэтому база данных ГИС, как и прочие базы данных, должна поддерживать подобные транзакции. При этом, у пользователей ГИС есть некоторые специальные требования к транзакциям. Одним из главных условий является возможность поддержки длинных транзакций.

В ГИС одна единственная операция редактирования может повлечь за собой изменения многих строк данных во многих таблицах. Пользователи должны иметь возможность отменять и повторять операции редактирования. Сеанс редактирования может длиться несколько часов или даже дней. Часто редактирование должно проводиться в системе, открепленной от центральной, совместно используемой базы данных.

Во многих случаях, существенное обновление базы данных проводится поэтапно. Например, в приложении к инженерным коммуникациям, эта работа обычно включает такие стадии, как “разработка”, “предложение”, “принятие”, “реконструкция” и “сдача”. Этот процесс в значительной степени циклический. Техническое задание сначала составляется и передается инженеру, затем постепенно модифицируется по мере реализации отдельных этапов, и, наконец, все внесенные изменения возвращаются обратно в корпоративную базу данных.

Рабочий процесс обновления и передачи данных может длиться дни и месяцы. Однако база данных ГИС все равно должна оставаться доступной для поддержки каждодневной работы и текущих обновлений, а

пользователи должны иметь возможность обращаться к своим версиям общей базы данных ГИС.

Вот еще примеры рабочих процессов управления данными в ГИС:

- Автономное редактирование: некоторым пользователям нужна возможность “открепления” фрагментов базы данных ГИС и их репликации (переноса) в другое место в независимую, отдельную систему. Например, для проведения редактирования в полевых условиях некоторых данных, вам необходимо забрать с собой какие-то данные, провести их редактирование и обновление на месте выполнения работ, а затем переслать внесенные изменения в основную базу данных.

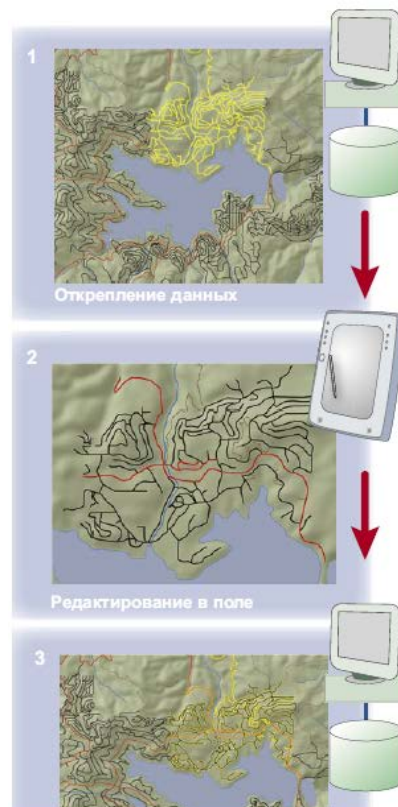


Рисунок 32. Этапы работы при автономном редактировании

- Распределенные географические базы данных: Региональная база данных может быть частичной копией соответствующего “куска” основной базы данных корпоративной ГИС. Эти базы данных должны периодически синхронизироваться для обмена внесенными в каждую из них изменениями.



Рисунок 33. Обмен обновлениями между распределенными базами

### Репликация с косвенной (нежесткой) связью

Репликация с нежесткой связью в пределах СУБД.

Часто пользователи хотят синхронизировать контекст ГИС-данных между несколькими копиями базы данных (называемых репликами), когда на каждом месте ведутся свои собственные обновления локальной базы данных. Время от времени пользователи хотят перенести эти обновления из каждой реплики базы данных в другие и синхронизировать их содержание. При этом СУБД могут быть разными (например, SQL Server™, Oracle® и IBM® DB2®).

### **ГИС – как распределенная информационная система**

Сейчас в большинстве географических информационных систем данные слоев и таблиц поступают из разных организаций. Каждая организация разрабатывает более или менее весомую часть, а не все информационное наполнение своей ГИС. Обычно хотя бы некоторые слои данных поступают из внешних источников. Потребность в данных является стимулом для пользователей получать новые данные наиболее эффективными и быстрыми способами, в том числе приобретая части баз данных для своих ГИС у других ГИС-пользователей.

Таким образом, управление данными ГИС осуществляется несколькими пользователями.

Распределенная сущность ГИС подразумевает широкие возможности для взаимодействия между многими ГИС-организациями и системами. Сотрудничество и совместная работа пользователей очень важны для ГИС.

ГИС-пользователи в своей работе давно опираются на взаимовыгодную деятельность по обмену данными и их совместному использованию. Реальным отражением этой фундаментальной потребности являются непрекращающиеся усилия в области создания ГИС стандартов. Приверженность отраслевым стандартам и общим принципам построения ГИС критически важна для успешного развития и широкого внедрения этой технологии. ГИС должна поддерживать наиболее важные стандарты и иметь возможность адаптации при появлении новых стандартов.

## ГИС-сети

Многие географические наборы данных могут компилироваться и управляться как общий информационный ресурс и совместно использоваться сообществом пользователей. К тому же пользователи ГИС имеют собственное видение того, каким образом можно обеспечить обмен популярными наборами данных через Web.

Ключевые web-узлы, называемые порталами каталогов ГИС, предоставляют возможность пользователям как выкладывать собственную информацию, так и искать доступную для использования географическую информацию. В результате ГИС-системы все в большей степени подключаются к Всемирной паутине и получают новые возможности обмена и использования информации.

Это видение внедрилось в сознание людей за последнее десятилетие и нашло отражение в таких понятиях, как Национальная инфраструктура пространственных данных (NSDI) и Глобальная инфраструктура пространственных данных (GSDI).

Эти концепции постоянно развиваются и постепенно внедряются, причем не только на национальном и глобальном уровнях, но также на уровне округов и муниципальных образований. В обобщенном виде эти концепции включены в понятие Инфраструктуры пространственных данных (SDI, *Spatial Data Infrastructure*).

ГИС-сеть по сути является одним из методов внедрения и продвижения принципов SDI. Она объединяет множество пользовательских сайтов, способствует публикации, поиску и совместному использованию географической информации посредством World Wide Web.



Рисунок 34. ГИС сеть

Географическое знание изначально является распределенным и слабо интегрированным. Вся необходимая информация редко содержится в отдельном экземпляре базы данных с собственной схемой данных.

Пользователи ГИС взаимодействуют друг с другом с целью получить недостающие части имеющихся у них ГИС-данных. Посредством ГИС-сетей пользователям проще наладить контакты и обмен накопленными географическими знаниями.

В состав ГИС-сети входят три основных строительных блока:

1. Порталы каталогов метаданных, где пользователи могут провести поиск и найти ГИС-информацию в соответствии с их потребностями
2. ГИС-узлы, где пользователи компилируют и публикуют наборы ГИС-информации

3. Пользователи ГИС, которые ведут поиск, выявляют, обращаются и используют опубликованные данные и сервисы

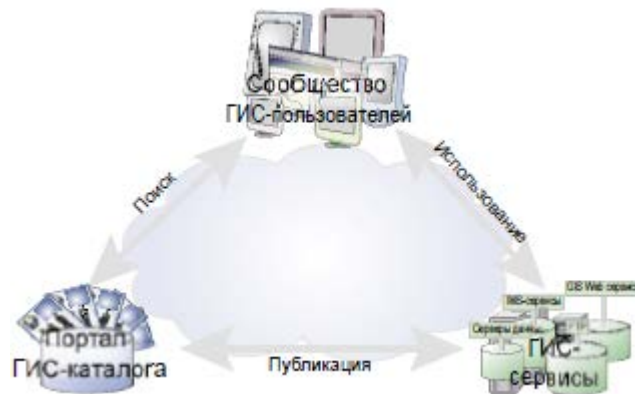


Рисунок 35. Три ключевых строительных блока в ГИС-сети

### ***Каталоги ГИС-порталов***

Важным компонентом ГИС-сети является каталог ГИС-портала с систематизированным реестром разнообразных мест хранения данных и информационных наборов. Часть ГИС-пользователей действует в качестве распорядителей данных, они компилируют и публикуют свои наборы данных для совместного использования в разных организациях. Они регистрируют свои информационные наборы в каталоге портала. Проводя поиск по этому каталогу, другие пользователи могут найти нужные им информационные наборы и обратиться к ним.

Портал ГИС-каталога - это Web-сайт, где ГИС-пользователи могут искать и находить нужную им ГИС-информацию. Предоставляемые возможности зависят от комплекса предлагаемых сетевых сервисов ГИС-данных, картографических сервисов и сервисов метаданных. Периодически сайт портала ГИС-каталога может проводить обследование каталогов связанных с ним сайтов-участников с целью опубликования и обновления одного центрального ГИС-каталога. Таким образом, ГИС-каталог может содержать ссылки на источники данных, имеющиеся как на этом, так и на других сайтах. Предполагается, что будут созданы серии таких каталожных узлов, и на их основе сформируется общая сеть - Инфраструктура пространственных данных.



Рисунок 36. ГИС-данные и сервисы документируются в виде каталожных записей в каталоге ГИС-портала, по которому можно проводить поиск кандидатов для использования в разных ГИС-приложениях

Одним из примеров портала ГИС-каталога является портал правительства США (Geospatial One-Stop, см. [www.geodata.gov](http://www.geodata.gov)). Этот портал позволит правительственным органам всех уровней и широкой общественности проще, быстрее и с меньшими затратами обращаться к географической информации.



Рисунок 37. Geodata.gov - это один из узлов Национальной инфраструктуры пространственных данных США

### ***Состав современной платформы ГИС.***

Требования к ГИС влияют на процесс разработки и внедрения программного ГИС-обеспечения. Подобно другим информационным технологиям, ГИС должна обеспечивать простоту внедрения приложений, созданных на ее основе для поддержки рабочих процессов и бизнес требований любой организации.

Это достигается за счет создания базовой платформы программного обеспечения, поддерживающей разные типы наборов географических данных, развитые инструментальные средства управления данными, их редактирования, анализа и визуализации. В этом контексте, программное обеспечение ГИС все в большей мере рассматривается в качестве ИТ-инфраструктуры, вокруг которой формируются крупные, современные многопользовательские системы. Платформа ГИС должна предоставлять все возможности, необходимые для поддержки этого широкого видения.

К ним относятся:

- географическая база данных для хранения и управления всеми географическими объектами;



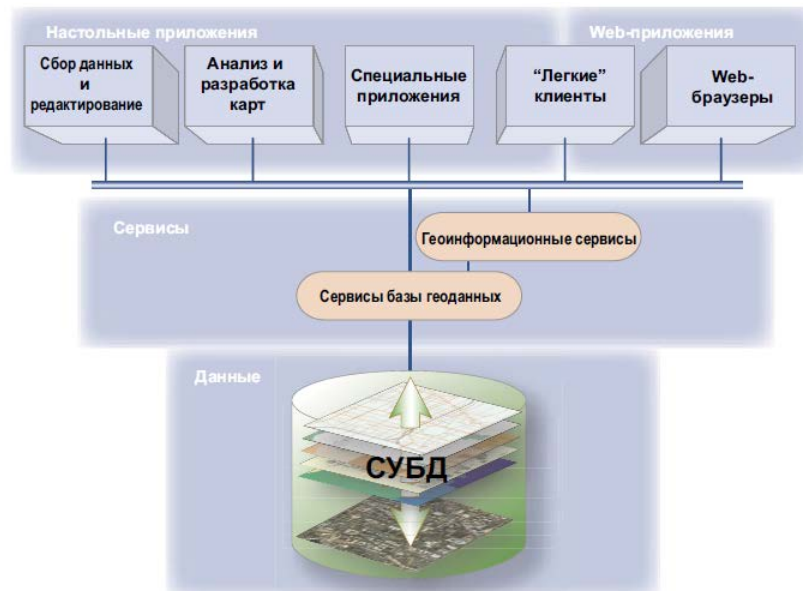


Рисунок 38. Дизайн современной платформы ГИС, отвечающей требованиям географического подхода к накоплению знания

- основанная на Web сеть для распределенного управления географической информацией и ее совместного использования
- настольные и серверные приложения для:
  - компиляции данных,
  - информационных запросов,
  - пространственного анализа и обработки геоданных,
  - создания картографических продуктов,
  - визуализации и исследования растровых изображений,
  - управление данными ГИС;
- модульные программные компоненты (engines - движки) для встраивания ГИС-логики в другие приложения и специализированные пользовательские программы;
- географические информационные сервисы для
- многоуровневых и централизованных ГИС-систем.

### ***Развитие ГИС***

В первые десятилетия внедрения ГИС усилия профессиональных пользователей в основном были направлены на компиляцию данных и создание приложений, сфокусированных на выполнении проектов. Большую часть времени приходилось тратить на создание баз данных ГИС и встраивание в них накопленного географического знания. Однако постепенно произошел переход к использованию и более глубокому изучению этих коллекций информационных ресурсов в многочисленных сферах приложения ГИС и в системах с разными конфигурациями. Пользователи применяли современные рабочие станции ГИС для компиляции географических баз данных, при разработке и поддержке рабочих процессов по компиляции данных и контролю их качества, авторизации карт и аналитических моделей, для документирования хода выполнения работ и применяемых методов.

Эти процессы укрепили традиционные предпочтения пользователей ГИС на использование профессиональных рабочих станций с развитыми аналитическими возможностями, позволяющими связать базы данных и наборы данных. На рабочей станции устанавливаются современные ГИС-приложения с развитой ГИС-логикой и инструменты, обеспечивающие решение практически всех относящихся к сфере ГИС задач.

Такая концепция рабочего места с программным ГИС-обеспечением оказалась весьма плодотворной, ее широко используют ГИС-профессионалы в более 200 000 организаций во всем мире. По сути, компьютерная модель с архитектурой «клиент/сервер» оказалась столь успешной, что многие стали рассматривать ГИС только в таком контексте. Но с течением времени видение ГИС постоянно расширяется.

Новые веяния в компьютерной области, такие как широкое распространение Интернет-технологий, развитие технологии СУБД, объектно-ориентированное программирование, разработка мобильных компьютеров и широкомасштабное применение ГИС, привели к новому видению роли и места ГИС-технологии.

Помимо настольных ГИС, программное ГИС-обеспечение можно устанавливать централизованно на серверах приложений и Web-серверах, чтобы возможности ГИС стали доступны любому количеству пользователей, обращающихся к ним по сети.

Сфокусированные наборы средств ГИС-логики можно встраивать в пользовательские приложения и распространять вместе с ними. И все в больших масштабах ГИС применяют на мобильных устройствах для поддержки работ непосредственно в местах их проведения - это так называемые полевые ГИС.

Корпоративные пользователи ГИС связываются с центральными ГИС-серверами и могут работать как с традиционными настольными программными продуктами (GIS desktop), так и с Web-браузерами, настроенными на конкретные задачи приложениями, мобильными компьютерами и другими вычислительными устройствами. Взгляд на платформу ГИС постепенно эволюционирует и расширяется.

Линейка продуктов ArcGIS разработана в соответствии с этими новыми требованиями к масштабируемой современной платформе ГИС, что иллюстрирует приведенная ниже диаграмма.

ArcGIS предоставляет масштабируемую среду для работы с ГИС как отдельных пользователей, так и групп пользователей, на серверах, через Web и в полевых условиях. ArcGIS - это интегрированный набор программных ГИС-продуктов для создания полноценной ГИС. В его состав входит ряд структурных компонентов для развития ГИС в вашей организации:

1. ArcGIS Desktop — интегрированный набор профессиональных настольных ГИС-приложений;
2. ArcGIS Engine — встраиваемые компоненты разработчика для создания пользовательских ГИС-приложений;

3. Серверные ГИС — ArcSDE®, ArcIMS® и ArcGIS Server;
4. Мобильные ГИС — ArcPad®, а также ArcGIS Desktop и Engine для Tablet PC.

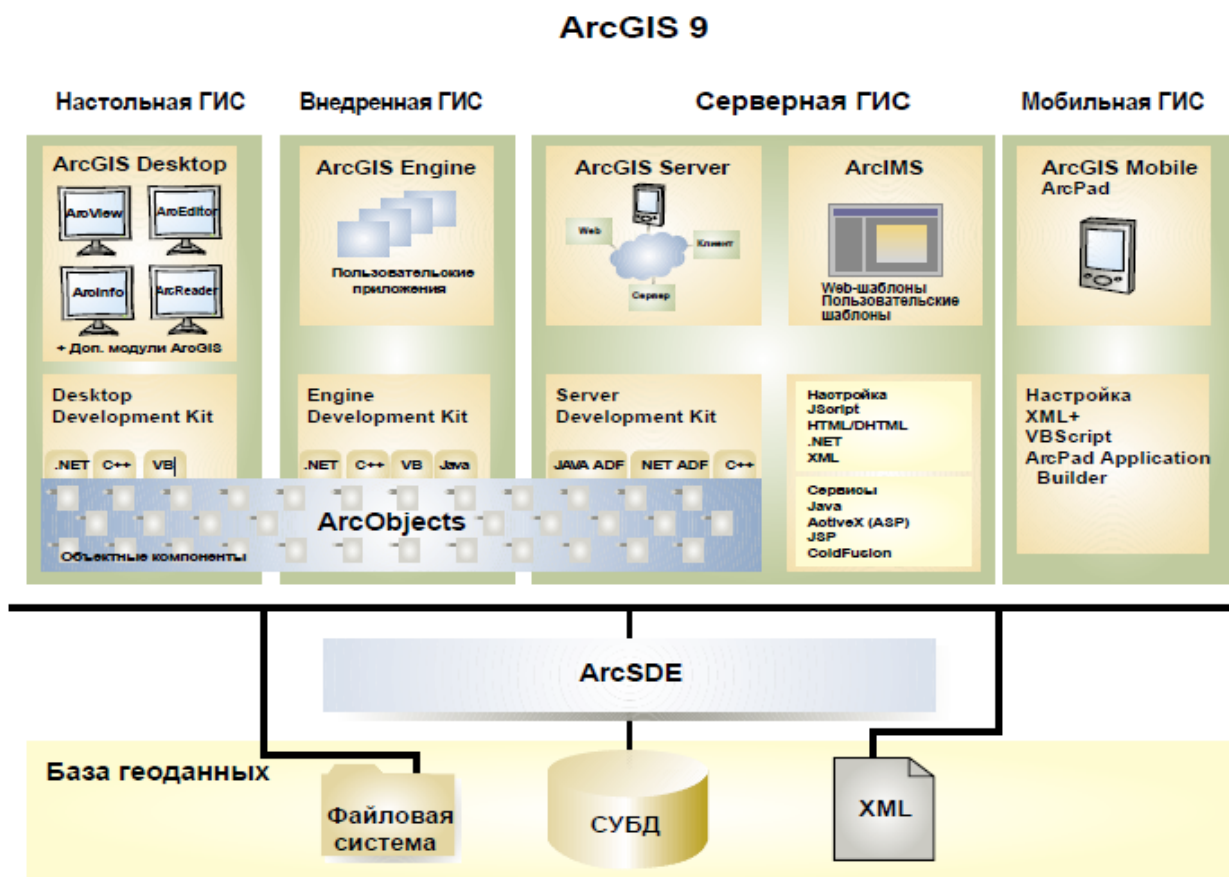


Рисунок 39. Применение ArcGIS обеспечивает потребности всех пользователей ГИС.

Продукты ArcGIS Desktop содержат интегрированный набор развитых ГИС-приложений. В их состав входит ряд настольных Windows-приложений (таких как ArcMap, ArcCatalog™, ArcToolbox™ и ArcGlobe) с компонентами пользовательского интерфейса. ArcGIS Desktop доступны с тремя уровнями функциональности — ArcView®, ArcEditor™ и ArcInfo™ — и могут быть настроены и расширены с использованием входящего в их состав пакета разработчика ArcGIS Desktop Developers Kit.

ArcGIS основана на общей модульной библиотеке разделяемых программных ГИС-компонентов, которая называется ArcObjects™.

В состав ArcObjects входит широкий набор программных компонентов, позволяющих описать как простые объекты (например, отдельные геометрические объекты), так и сложные объекты (например, объект карты для взаимодействия с существующими документами ArcMap™). В комплексе эти компоненты предоставляют разработчикам богатую функциональность современной ГИС. Архитектура каждого продукта семейства ArcGIS построена на основе ArcObjects и представляет разные варианты контейнеров прикладных разработок для разработчиков программного ГИС-обеспечения в составе настольных ГИС (ArcGIS Desktop), встраиваемых ГИС (ArcGIS Engine) и серверных ГИС (ArcGIS Server).

## ***Настольные ГИС***

Настольные ГИС - основные рабочие места ГИС-профессионалов для компиляции (контроля качества), авторизации (создания) и использования географической информации и накопленного знания.

Стандартные, готовые к работе настольные продукты представляют собой высокопроизводительные инструменты для создания, распространения, управления и публикации географических знаний.

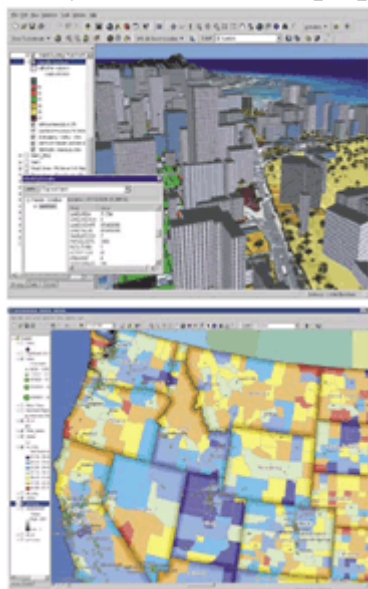


Рисунок 40. Примеры приложений, созданных с помощью ArcGis Desktop

## ***Серверные ГИС***

Пользователи ГИС применяют централизованные серверные ГИС для публикации и обмена географическими знаниями в пределах крупных организаций и со многими внешними пользователями через Интернет. Серверное программное ГИС-обеспечение используется для всех видов централизованного использования ГИС-вычислений, функций управления данными ГИС и операций геообработки. Кроме того, при распространении карт и данных ГИС-сервер может предоставить всю функциональность рабочей станции ГИС в распределенной среде центрального сервера, такую как построение карт, пространственный анализ, комплексные пространственные запросы, развитая компиляция данных, распределенное управление данными, пакетная геообработка, применение правил проверки геометрической целостности и т.д.

ГИС-серверы совместимы со стандартной ИТ-средой и очень хорошо работают вместе с другим корпоративным программным обеспечением, таким как Webсерверы и разные СУБД, и корпоративными средами, такими как .NET и Java™ 2 Platform Enterprise Edition (J2EE). Это позволяет интегрировать ГИС со многими другими технологиями информационных систем.



Рисунок 41. Серверные ГИС

В ArcGIS представлено три серверных продукта:

ArcSDE - мощный сервер пространственных данных для управления географической информацией во многих реляционных системах управления базами данных. ArcSDE - это сервер данных между ArcGIS и реляционными базами данных. Он широко используется многими пользователями для обеспечения многопользовательской сетевой работы с базами геоданных разного уровня и размера. ArcIMS - масштабируемый картографический Интернет-сервер для публикации карт, данных и метаданных через открытые Интернет-протоколы. ArcIMS уже установлен в десятках тысяч организаций и обеспечивает эффективные сервисы публикации, распространения ГИС-данных и карт многим пользователям через Web. ArcGIS Server - сервер приложений, включающий разделяемую библиотеку программных ГИС-компонентов для встраивания серверных ГИС-приложений в корпоративную вычислительную среду и в Web.

ArcGIS Server - новый продукт, используемый для создания централизованных корпоративных ГИС-приложений, Web-сервисов на основе SOAP и Web-приложений.

### ***Встраиваемые ГИС***

Встраиваемые ГИС могут использоваться для добавления выбранных ГИС-компонентов в сфокусированные на решение определенных задач приложения для предоставления функциональности ГИС пользователям в пределах всей организации. За счет этого специалисты, желающие применять инструментарий ГИС в своей повседневной работе получают доступ к функциям ГИС через простые настроенные интерфейсы. Например, встроенные ГИС-приложения могут оказать поддержку в работе с удаленными наборами данных, обращаться к средствам ГИС с рабочих мест руководства, предоставить настроенные интерфейсы для операторов, обеспечить функциональность, сфокусированную на компиляции данных.

Пакет разработчика ArcGIS Engine предоставляет серии встраиваемых компонентов ArcGIS, которые используются независимо от среды настольных приложений ArcGIS (например, картографическими объектами можно управлять через ArcGIS Engine, а не с помощью

ArcMap). Применяя ArcGIS Engine, разработчики могут создавать направленные на выполнение определенных задач ГИС-решения с простыми интерфейсами для доступа к любым наборам ГИС-функциональности, используя C++, COM, .NET и Java.



Рисунок 42. Пример использования ArcGIS Engine

С помощью ArcGIS Engine разработчики могут создавать законченные пользовательские приложения или встраивать ГИС-логику в существующие приложения (такие как Microsoft® Word или Excel), предоставляя сфокусированные ГИС-решения многим пользователям.

### ***Мобильные ГИС***

В связи с развитием сфокусированных на определенных задачах пользовательских решений для мобильных компьютеров, ГИС все в большей мере перемещаются из офиса прямо на место выполнения полевых работ. Беспроводные мобильные устройства с поддержкой системы глобального позиционирования (GPS) широко используются для доступа к наборам данных полевых измерений и другой ГИС-информации. Пожарные службы, сборщики бытовых отходов, инженерно-технические бригады, геодезисты и землемеры, коммунальные службы, военные, службы переписи, полиция, экологи - все эти и многие другие специальности в качестве одного из важных рабочих инструментов используют мобильные ГИС.

Для решения ряда выполняемых в поле работ требуются сравнительно простые географические инструменты, а для решения других, более сложных операций - развитые географические инструменты.

ArcGIS включает приложения, обеспечивающие выполнение обоих типов задач. Пакет ArcPad – решение для мобильных ГИС и полевых вычислений, таких как создание отчетов об инцидентах и ремонтных работах с пространственной привязкой. Такие виды задач выполняются на переносных компьютерах (работающих под Microsoft Windows® CE или Pocket PC). Продукты ArcGIS Desktop и ArcGIS Engine больше сфокусированы на полевых задачах, требующих выполнения ГИС-анализа

и принятия решений. Эти задачи обычно выполняются на более производительных компьютерах Tablet PC.



Рисунок 43. Пример мобильного устройства с ГИС приложением

### ***База геоданных***

База геоданных - сокращение от географической базы данных - это базовая модель географической информации для организации данных ГИС в тематические слои и пространственные представления.

База геоданных содержит наборы прикладной логики и инструментов для обращения к ГИС-данным и управления ими. Прикладная логика базы геоданных доступна через клиентские приложения (такие как ArcGIS Desktop), серверные конфигурации (такие как ArcGIS Server) и пользовательские приложения с встроенной логикой (ArcGIS Engine).

База геоданных является основанным на стандартах физическим хранилищем данных для ГИС и СУБД, она реализуется на ряде многопользовательских и персональных СУБД и в XML.

База геоданных создана как открытая модель хранения элементарной геометрии (геометрических примитивов). Она открыта для многих механизмов хранения данных, включая файлы СУБД и реализации XML, и не привязана к какому-то одному поставщику СУБД.

### ***Технологии ArcGis в территориальном управлении***

Геоинформационные системы – технология универсальная, она может найти применение практически в любой отрасли. Но есть одна область, где ГИС могут реализовать свой потенциал наиболее полно, это – управление территорией.

Территория – комплекс разнообразных объектов, взаимодействующих друг с другом. Природа их может быть самой разной – это и реальные объекты типа колодцев, опор ЛЭП, зданий, озер и т.д., и воображаемые объекты типа урочищ, земельных участков, административных единиц. Всех их объединяет общность географического положения, формирующая территориальные комплексы.

Управление территорией, даже в крупных городах, до сих пор ведется многими службами разрозненно. Одни отвечают за участки земли, другие – за здания, третьи – за коммуникации, четвертые – за планирование, пятые – за экологию и т.д. В результате, с одной стороны,

любым субъектам деятельности – как гражданам, так и организациям – приходится иметь дело со множеством этих служб даже из-за одного объекта, с другой – деятельность самих этих служб и их документы очень слабо скоординированы (чаще всего вообще никак).

Такое положение не может долго сохраняться в условиях роста хозяйственной активности и необходимости развития правовых отношений. Без информационных технологий (т.е. обычных баз данных и средств телекоммуникаций) здесь уже наступил бы полный хаос. Интеграция данных, системы "одного окна" уже существенно облегчают работу по управлению территорией. Однако в крупных городах сейчас стала очевидна проблема несогласованности ведомственных информационных ресурсов между собой. Для преодоления этой несогласованности внедряются общегородские и общерегиональные системы классификации и кодирования, подобные общероссийским. Эти системы образуют общий язык – способы кодирования и сами коды для всех объектов. Но они абсолютно бессильны в описании пространственных характеристик объектов и их взаимосвязей, которые необходимы для настоящей интеграции управленческих служб.

Практический опыт показывает, что даже при простом совмещении в одной цифровой карте слоев с данными нескольких служб становится очевидна координатная несогласованность ресурсов. О полноценной интеграции таких ресурсов не может быть и речи. С одной стороны, современные геодезические технологии позволяют измерять координаты с сантиметровой точностью (в строительстве – с миллиметровой и даже лучше), с другой – координатные описания могут расходиться на десятки метров, и даже форма объектов в разных базах может значительно различаться. Основные причины – различие методик измерений и сбор данных из картографических источников различной точности и давности.

Геоинформационные технологии сейчас активно внедряются во многих службах управления в качестве эффективного подспорья в собственной работе. Созданы и создаются разнообразные ГИС на федеральном, региональном, областном и местном уровнях. В наиболее продвинутых территориальных образованиях даже создаются специальные программы.

Для успеха таких программ наряду с решением организационных и финансовых задач важен также правильный выбор используемых технических решений. Если цены на компьютеры и средства связи разных производителей и поставщиков отличаются на единицы-десятки процентов, то стоимость программных продуктов для геоинформационных систем различается в разы и даже на порядки. Не понимая, "за что платить", заказчики систем часто ориентируются лишь на цену и, по возможности, известность разработчика. Получающиеся в результате решения часто далеки от оптимальных, как в плюс, так и в минус, как по цене, так и по функциональности.



С другой стороны, опытные пользователи информационных технологий (например, баз данных на основе СУБД Oracle, Informix, SQL Server) могут сразу получить комплекс продуктов для создания централизованной или распределенной ГИС. Серверные продукты ESRI дают возможность настольным ГИС-приложениям (ArcView, ArcEditor, ArcInfo) работать с хранилищами пространственных данных, размещаемых в таких СУБД. То есть, переход от персональной системы на основе ArcGIS к многопользовательской не требует замены пользовательских приложений, достаточно просто подключить их к общей базе данных.

Семейство продуктов ArcGIS позволяет одновременно и развивать информационную систему от простого к сложному, и интегрировать географические данные с традиционными БД. Почему это важно для управления территорией? Потому что информация о территории бывает очень разноплановой. Это и топографические карты, и реестры населения, и кадастры, и градостроительная информация, и многое другое. Начиная внедрять ArcGIS, можно рассчитывать на интеграцию с информационными ресурсами других. Это позволит учитывать данные других служб для принятия более качественных решений и снижения вероятности ошибок из-за нехватки собственной информации.

Наличие в составе ArcGIS производительных продуктов Веб-картографирования (ArcIMS и ArcGIS Server) позволяет решать еще две важные задачи: предоставление информационных услуг населению и обмен информацией между службами посредством удаленного доступа к базам данных.

Удаленный доступ к базам данных через веб используется уже давно. Он позволяет максимально упростить рабочие места пользователей – им достаточно стандартного веб-браузера. Интересная особенность веб-доступа к *картам* состоит в том, что в своем клиентском приложении пользователь может строить карту из слоев, которые физически хранятся на разных серверах и могут принадлежать разным организациям. Делается это с помощью технологии веб-служб.

Для потребителя веб-службы являются стандартными точками доступа к готовым интерактивным картам или отдельным слоям. Отличие от популярных сайтов типа "Рамблер - На карте", Яндекс-Карты или Google Maps в том, что интерфейс веб-служб стандартизован и позволяет в клиентском приложении собрать карту из тех слоев и тех источников данных, которые нужны пользователю. При этом полностью наборы данных скачивать не нужно: во время отображения фрагмента карты через сеть передаются только данные этого фрагмента. Это позволяет минимизировать нагрузку на сервер веб-службы со стороны каждого пользователя, "облегчить" клиентские приложения и ускорить работу системы в целом.

Если кадастровый департамент опубликует с помощью ArcIMS слой земельных участков, а транспортный – слой дорожной сети, то пользователь сможет подключить в свою карту в ArcMap эти слои и,

например, определить транспортную доступность того или иного участка. Заметим, что этой информации в явном виде может не быть ни в том, ни в другом департаменте, но интеграция опубликованных через веб-службы данных позволяет ее получить. Такие решения представляют интерес, прежде всего, профессиональным пользователям, которыми могут быть организации территориального управления, риэлтерские фирмы, логистические компании и т.д. На этой основе можно и строить взаимодействие органов управления территорией между собой, и предоставлять данные для коммерческого использования, и публиковать их в открытом доступе для населения. Средства разграничения доступа и возможность строить в ArcIMS разные веб-службы на основе одной базы геоданных позволяют каждому типу потребителей дать ровно ту информацию, которую ему нужно для решения своих задач.

Чтобы картографические слои разных организаций и департаментов стыковались между собой, необходима общая основа из двух компонент – стандартов (методик) создания таких слоев и так называемых базовых пространственных данных (БПД). Первые обеспечивают общий язык и правила согласования данных разных производителей, вторые – стандартизованный картографический фон и набор объектов для привязки. И то, и другое направление входит в состав инфраструктуры пространственных данных (ИПД). Третья составляющая ИПД – каталоги геоданных и веб-службы – также важны для взаимодействия держателей и пользователей геоданных. По сути, инфраструктура пространственных данных – ни что иное, как распределенный инструмент информационной поддержки управления территорией.

Отличительная особенность ArcGIS – в том, что это семейство включает в себя все компоненты, необходимые для построения ИПД любой территории – от города до страны. В нем есть средства подготовки и ведения геоданных (ArcGIS Desktop), средства публикации веб-служб и ГИС-функциональности для удаленного доступа (ArcIMS и ArcGIS Server), средства создания каталогов геоданных и ГИС-порталов (GIS Portal Toolkit).

### **ArcMap**

ArcMap является центральным приложением, используемым в ArcGIS. ArcMap применяется для отображения и исследования наборов геоданных, с его помощью можно задавать условные обозначения, готовить карту к печати и публикации. ArcMap также является приложением, используемым для создания и редактирования наборов данных.

ArcMap представляет географическую информацию как набор слоёв и прочих элементов карты. На карте обычно присутствуют фреймы данных, включающие слои карты для данного экстенда, масштабная линейка, стрелка севера, заголовок, поясняющий текст, легенда и т.д.

## **Задачи территориального управления, решаемые с помощью ArcMap**

ArcMap - основное приложение ArcGIS, которое используется для решения различных ГИС-задач, как общего профиля, так и задач территориального управления. Ниже приведен список типичных задач:

- Работа с картами — изучение информации, просмотр карт, управление слоями, создание запросов к атрибутам данных, представленным на карте, визуализация географической информации.
- Компиляция и редактирование наборов геоданных различных источников — ArcMap предлагает основные возможности автоматизации работ с наборами данных базы геоданных. ArcMap поддерживает полное функциональное масштабируемое редактирование.
- Использование геообработки для автоматизации работы и выполнения анализа для решения задач территориального управления — ГИС используется не только для визуализации, но и для анализа. ArcMap дает возможность запуска моделей или скриптов геообработки, а также просмотра и работы с результатами в виде карты. Геообработку можно использовать для анализа, а также для автоматизации множества типовых задач, например, создания многолистных карт, восстановления поврежденных ссылок на данные в наборе документов карты, выполнения различных операций над геоданными.
- Организация баз геоданных и документов ArcGIS и управление ими — Окно Каталог (Catalog) позволяет организовать все наборы ГИС-данных и базы геоданных, документы карты и другие файлы ArcGIS, инструменты геообработки и множество других элементов ГИС. Вы
- Совместная работа с картами, слоями, моделями геообработки и базами геоданных с другими пользователями (кадастровый, транспортный и т.д.) — ArcMap содержит инструменты, упрощающие процессы упаковки и совместной работы над наборами геоданных с другими пользователями. Кроме того, вы можете разместить ваши карты и данные в общем доступе с помощью ArcGIS Online.
- Документирование географической информации — Ключевой задачей многих ГИС-сообществ является описание наборов географической информации для облегчения документирования проектов, а также для более эффективного поиска и совместной работы с данными. С помощью окна Каталога вы можете задокументировать любые ГИС-данные. Для организаций, использующих готовые стандартизированные метаданные, имеется встроенный редактор метаданных в ArcGIS, который также можно использовать для документирования наборов данных.
- Пользовательская настройка — ArcMap содержит множество инструментов для пользовательской настройки. В частности имеются возможности для написания программных надстроек, расширяющих

функциональность, изменения пользовательской информации под свои нужды, автоматизации задач с помощью геообработки.

- Публикация документов карт в качестве картографических сервисов с помощью ArcGIS for Server — содержимое ArcGIS можно поместить в веб-среду путем публикации географической информации в виде серии картографических сервисов. ArcMap предоставляет возможность обычному пользователю публиковать документы карт в качестве картографического сервиса.
- Печать карт — с помощью ArcMap вы можете распечатывать карты различного уровня сложности.

ArcMap представляет географическую информацию как набор слоёв и прочих элементов в виде карты. В ArcMap есть два способа работы с картой: вид данных и вид компоновки.

Вид данных используется, когда вы хотите просмотреть карту и поработать с географической информацией, как с серией слоев. Вид компоновки представляет собой страницу, на которой размещены элементы карты (фреймы данных, масштабная линейка, заголовок и т.п.), подготовленную для печати и публикации.

### ***Документы ArcMap***

Созданная в ArcMap карту сохраняется как файл на диске. Это документ карты, имеющий расширение (.mxd). Для того, чтобы его открыть, нужно дважды щелкнуть на нем. Это запустит сеанс работы ArcMap для данного файла .mxd.

Документы карты содержат свойства отображения географической информации, с которой вы работаете на карте - свойства и определения слоёв вашей карты, фреймов данных и компоновок карты для печати - плюс любые дополнительные настройки и макросы, которые вы добавите на карту.

### ***Виды в ArcMap***

ArcMap отображает содержимое карты одним из двух способов:

- Вид данных
- Вид компоновки

Каждый вид позволяет просматривать и работать с картой определенным способом.

В виде данных ArcMap карта - это фрейм данных. Активный фрейм данных представлен как географическое окно, в котором отображаются и используются слои карты. В пределах фрейма данных вы работаете с ГИС информацией, представленной с помощью слоёв карты, использующих географические координаты (т.е. реального мира). Обычно это такие измерения на местности, как футы, метры или измерения широты-долготы (например, десятичные градусы). Данный вид скрывает все элементы компоновки карты - заголовки, стрелки севера и масштабные линейки, а

сами данные рассматривать лишь на одном фрейме данных, например, для анализа и редактирования.

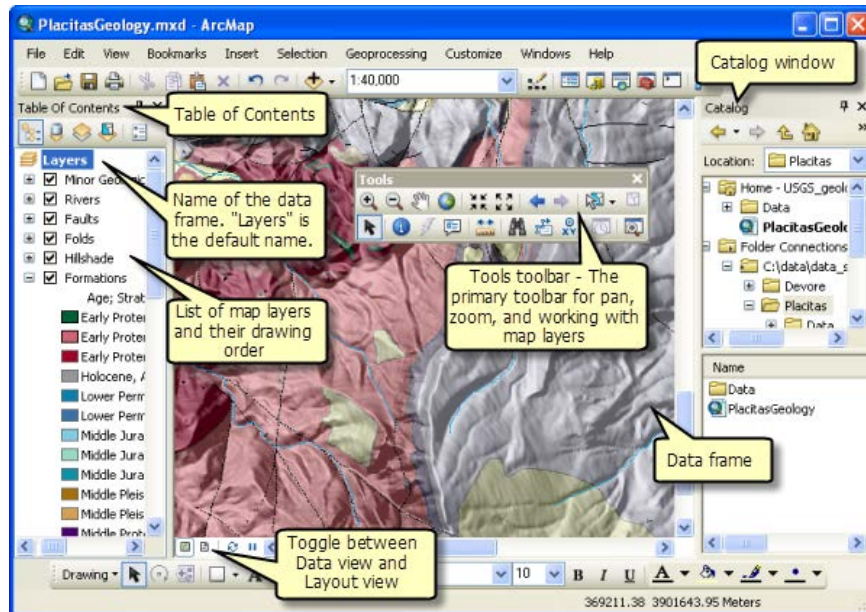


Рисунок 44

Компоновка карты - это набор элементов (фреймы данных, заголовок, масштабная линейка, легенда и т.п.), размещенные на странице. Она используется для подготовки карт к печати или экспорту в другие форматы, например, Adobe PDF.

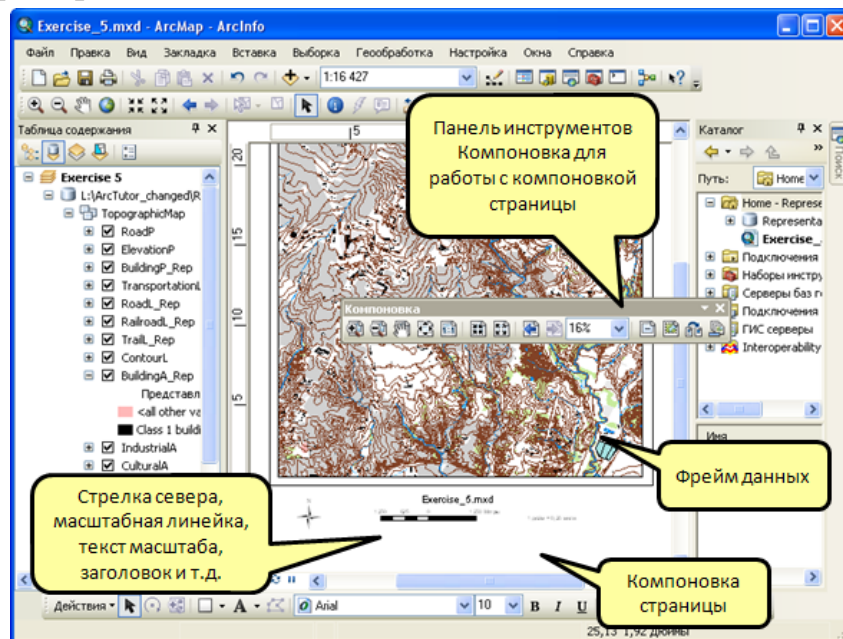


Рисунок 45

Вид компоновки позволяет разрабатывать и создавать карты для последующей распечатки, экспорта и публикации. Вы можете управлять элементами карты в пределах пространства страницы (обычно в дюймах или сантиметрах), добавлять элементы карты и просматривать, как будет выглядеть карта, перед печатью. Обычно элементы карты - это фреймы данных со слоями, масштабные линейки, стрелки севера, легенды, заголовки, текст и прочие графические элементы.

## Слои карты

Во фрейме данных вы отображаете наборы географических данных как слои, где каждый слой представляет определенный набор данных, наложенный на карту. Слои карты помогают представлять информацию как:

- Классы дискретных объектов (наборы точек, линий и полигонов)
- Таких непрерывных поверхностей, как рельеф, который можно представить разными способами – например, в виде набора контурных линий и точек с высотами, либо как рельеф с отмывкой.
- Аэрофотоснимков или космических снимков, покрывающих экстенд карты;

Примеры слоёв: озёра, дороги, административные границы, земельные участки, контуры зданий, линии электропередач, ортофотоизображения и т.д.

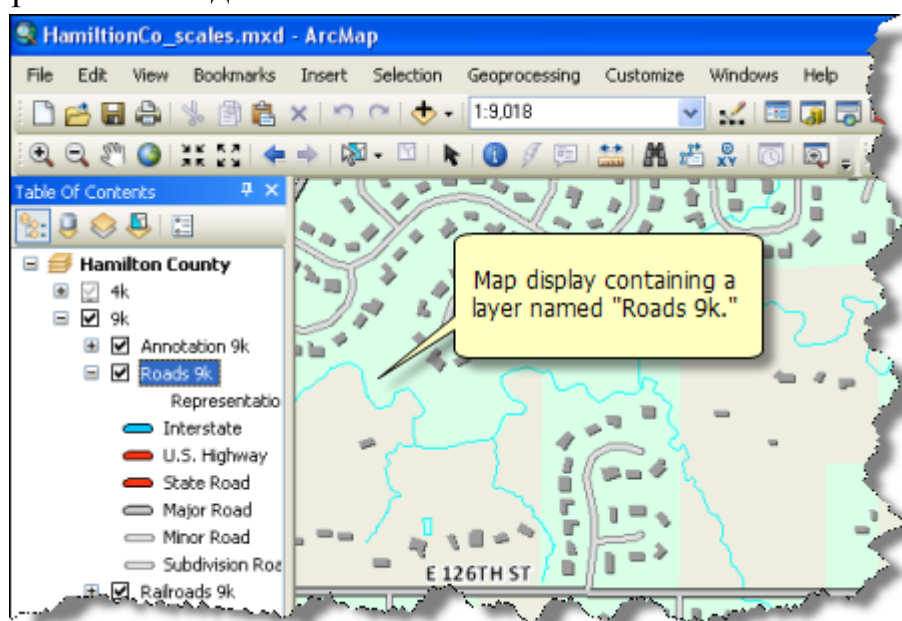


Рисунок 46

Помимо представления географической информации, символы, цвета и надписи каждого слоя помогают описать находящиеся на карте объекты. При работе с отображенными во фрейме данных слоями вы делаете запросы к пространственным объектам, просматриваете атрибуты, осуществляете операции анализа, редактируете и добавляете новые пространственные объекты в наборы данных.

Сами слои не хранят географических данных. Вместо этого они ссылаются на набор данных, например, класс объектов, снимок, грид и т.п. Такие ссылки на данные позволяют слоям на карте автоматически отображать наиболее свежую информацию вашей базы данных ГИС.

Для каждого слоя карты в ArcMap необходимо указать свойства, например, условные обозначения, правила надписывания и т. д. Для этого необходимо щелкнуть правой кнопкой слой в таблице содержания и выбрать Свойства (Properties) или просто щелкнуть дважды имя слоя.

### ***Таблица содержания***

В таблице содержания перечислены все слои карты и показано, какие объекты представлены в каждом слое. Окошко для отметки рядом с каждым слоем показывает, отображается ли слой (галочка стоит) или нет. Порядок слоев в таблице содержания определяет порядок прорисовки во фрейме данных от нижнего к верхнему.

Таблица содержания помогает управлять порядком отображения слоев на карте и назначением условных знаков, а также применением свойств отображения и др. для каждого слоя карты.

У карты может быть подложка, например снимок, отмывка рельефа или изолинии; их, как правило, помещают вниз. Далее идут полигональные объекты, над ними — линии и точки, а выше всех располагаются аннотации и другая важная информация.

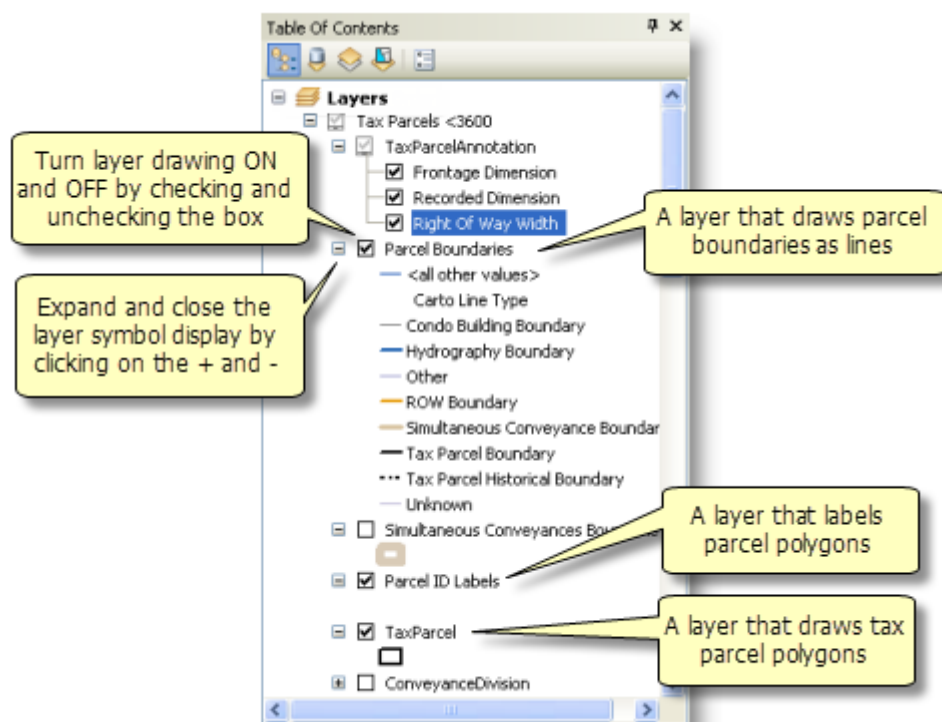


Рисунок 47

### ***Компоновка страницы***

Компоновка страницы – это размещение элементов карты и их дизайн на странице для печати или цифрового отображения. Это один из основных способов просмотра при работе в ArcMap, необходимый для печати или для экспорта и обмена с помощью PDF.

Примеры элементов карты включают заголовок, легенду, стрелку севера, масштабную линейку и фреймы данных.

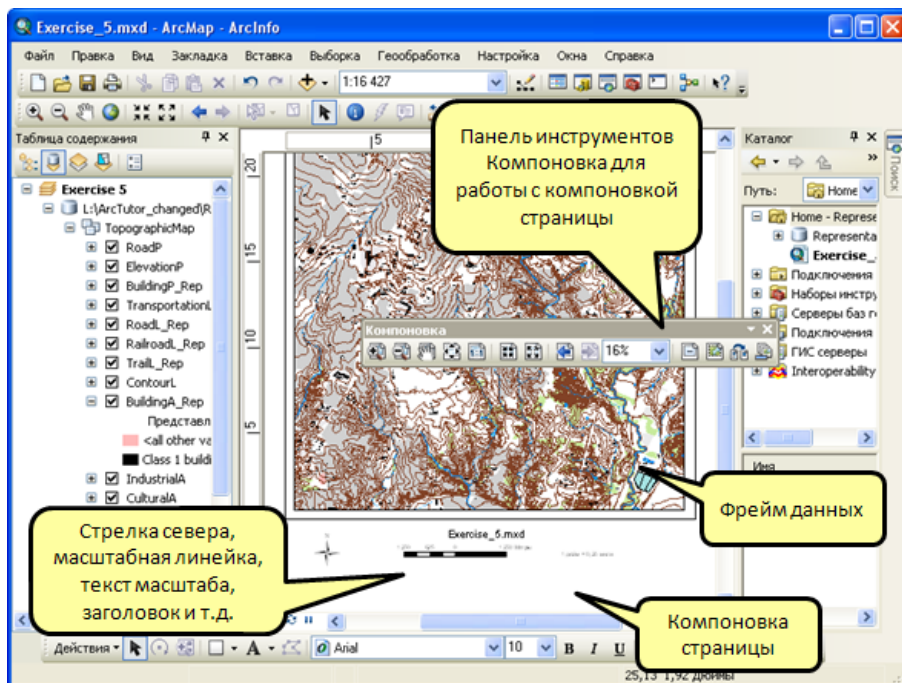


Рисунок 48

На карте у вас может быть несколько фреймов данных. Это удобно, если на вашей странице открыто несколько окон в компоновке (например, локатор, индексная карта и т.п.).

### ***Сохранение и открытие документа карты***

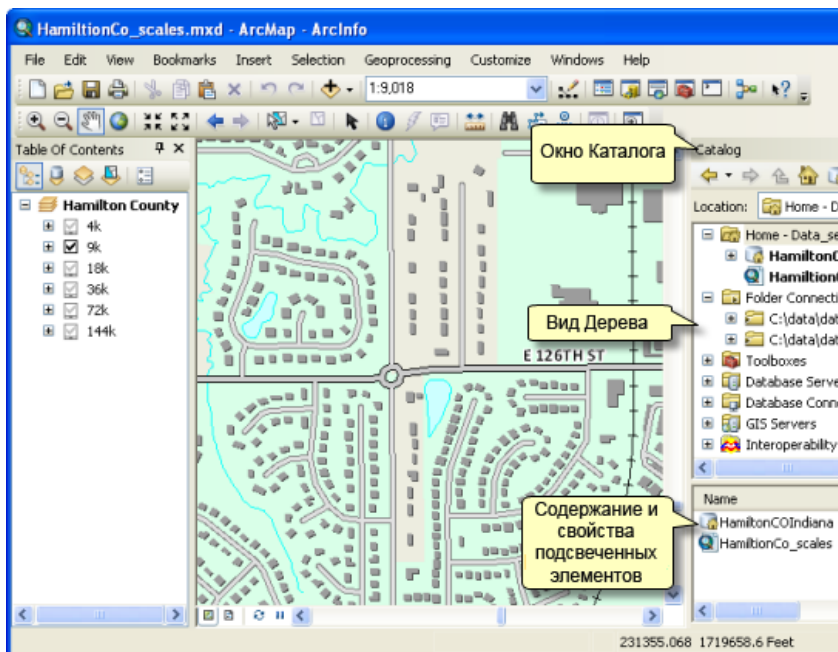
Созданная в ArcMap карта сохраняется как файл на диске. Расширение имени файла (.mxd) автоматически приписывается к имени документа.

### ***Окно Каталога***

В ArcMap, ArcGlobe и ArcScene имеется окно Каталог (Catalog), которое используется для организации географической информации различного характера и управления ею как логическими наборами, например, данными, картами, результатами обработки ГИС-проектов, с которыми вы имеете дело в ArcGIS.

В окне Каталога (Catalog) папки с файлами и базы геоданных отображаются в виде дерева. Папки с файлами служат для размещения ваших документов и файлов ArcGIS. Базы геоданных служат для организации и размещения ваших наборов данных ГИС.





### ***Папка Home для карты***

Одной из ключевых рабочих областей в ArcMap является домашняя папка (папка Home) каждого документа карты, которая является местом для хранения вашего документа карты. Папка Home используется по умолчанию в ArcMap для сохранения результатов, новых наборов данных и для подключения к информации в файловой структуре.

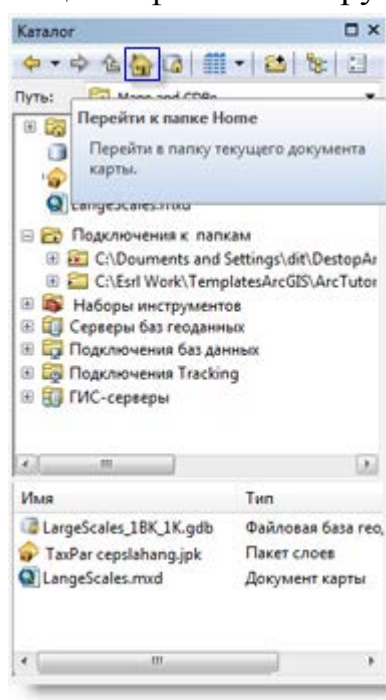


Рисунок 49

### ***База геоданных карты по умолчанию***

Каждый документ карты имеет базу геоданных по умолчанию, которая является домашним местоположением для пространственного контента вашей карты. Это местоположение используется для добавления

наборов данных и для сохранения конечных наборов данных, полученных в результате различных операций по редактированию и геообработке.

### *Использование поиска в ArcMap*

В ArcGIS реализована возможность поиска среди ГИС-составляющих (например, данных или операций геообработки) и быстрого добавления результатов в рабочий процесс.

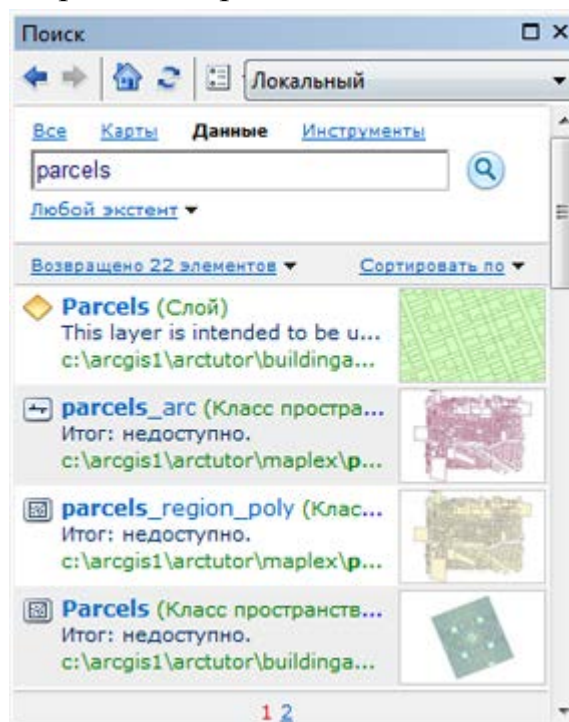


Рисунок 50

### **Автоматические функции «ArcMap». Подключение панели инструментов «3D Analyst».**

Вследствие того, что содержание данного подраздела имеет исключительно практический характер, его изучение происходит в ходе выполнения практической работы «Изучение возможности анализа ЦМР поверхностей и общетопографической векторной информации в системе «ГИС-3D».

Целью работы является изучение функций комплексного анализа ЦМР и общетопографической векторной информации на базе геопространственных запросов по географическим и атрибутивным характеристикам. В процессе практической работы производится: проверка выполнения комплексного анализа общетопографической векторной информации на базе геопространственных запросов по географическим и атрибутивным характеристикам; комплексный анализ ЦМР поверхностей (построение производных поверхностей углов наклона, экспозиции склонов, кривизны склонов, анализ видимостей, объёмов земляных работ и т.д.).

### **Компоненты ArcGis Desktop. Их назначение. Создание сценария моделирования ситуации в 2D и 3D режимах в ArcGIS Desktop. Методика выполнения оценочного моделирования.**

Вследствие того, что содержание данного подраздела имеет исключительно практический характер, его изучение происходит в ходе выполнения лабораторной работы «Ситуационное и оценочное моделирование с анализом и визуализацией в 2D и 3D режимах». Целью работы является получение навыков моделирования с анализом и визуализацией в 2D и 3D режимах, и навыков выполнения оценочного моделирования возникновения, возможных сценариев развития чрезвычайных и техногенных ситуаций (таких как: наводнения, оползни, сходы лавин, токсичные выбросы, террористические акты и т.п.) и создания рекомендаций по ликвидации их последствий. В процессе лабораторной работы производится: создание сценария моделирования ситуации в 2D и 3D режимах; ситуационное моделирование с анализом и визуализацией в 2D и 3D режимах; выполнение оценочного моделирования возникновения, возможных сценариев развития чрезвычайных и техногенных ситуаций (таких как: наводнения, оползни, сходы лавин, токсичные выбросы, террористические акты и т.п.) и рекомендаций по ликвидации их последствий.

### **Назначение СПО «Web-клиент». Использование информации GPS мониторинга. Принцип решения задачи транспортной доступности.**

Вследствие того, что содержание данного подраздела имеет исключительно практический характер, его изучение происходит в ходе выполнения практической работы «Отображения результатов слежения за передвижением транспортных средств и геопривязка ситуационной транспортной модели системы «ГИС-3D». Целью работы является ознакомление с функциями отображения результатов слежения и выполнения геопривязки ситуационной транспортной модели. В процессе практической работы производится: выполнение отображения результатов слежения за передвижением транспортных и особо важных объектов, отдельных транспортных средств, колонн и потоков в режиме «on-line» с использованием ГЛОНАСС или GPS в режиме реального времени, а также моделирование на основе накопленных данных обстановки; выполнение геопривязки ситуационной транспортной модели (оптимизация массива данных, мониторинг и поддержка управления транспортными потоками, информационная поддержка планирования транспортной инфраструктуры).

**Методика одновременного отображения карт и моделей. Методика автоматического построения трехмерных объектов: атрибуты и текстуры. Слои, свойства слоев, Конструктор выражений, автоматическое текстурирование.**

Вследствие того, что содержание данного подраздела имеет исключительно практический характер, его изучение происходит в ходе выполнения лабораторной работы «Хранение, одновременного отображения цифровых трехмерных моделей и карт». Целью работы является получение навыков работы с хранимыми цифровыми трехмерными моделями объектов, выполнения функции одновременного отображения электронных векторных карт, трехмерных моделей местности, трехмерных моделей объектов и объектов городской инфраструктуры с возможностью свободного перемещения в трехмерном пространстве, автоматического построения трехмерных объектов из плоских картографических данных с атрибутом высоты с возможностью автоматического текстурирования. В процессе лабораторной работы производится: проверка хранения цифровых трехмерных моделей объектов с геопространственной привязкой в виде библиотеки условных трехмерных знаков в формате геоинформационной системы (ГИС), либо файлов в одном из следующих форматов: 3DS, DWG, DGN, MAX, SHP, ESRI MultiPatch, KML и сопутствующих им файлов растровых текстур; выполнение функции одновременного отображения электронных векторных карт, трехмерных моделей местности, трехмерных моделей объектов и объектов городской инфраструктуры с возможностью свободного перемещения в трехмерном пространстве; автоматическое построение трехмерных объектов из плоских картографических данных с атрибутом высоты с возможностью автоматического текстурирования.

**Обеспечения для построения зон транспортной доступности. Основные компоненты инженерных коммуникаций отображаемых в ГИС.**

Вследствие того, что содержание данного подраздела имеет исключительно практический характер, его изучение происходит в ходе выполнения практической работы «Анализ зон транспортной доступности и инфраструктуры инженерных сетей». Целью работы является изучение работы с зонами транспортной доступности и инфраструктурой инженерных сетей. В процессе практической работы производится: проверка анализа зон транспортной доступности; моделирование и анализ инфраструктуры инженерных сетей.

### **Поддержка нескольких вариантов трехмерной модели для одного и того же объекта. Отображения трехмерных моделей с различными эффектами.**

Вследствие того, что содержание данного подраздела имеет исключительно практический характер, его изучение происходит в ходе выполнения лабораторной работы «Выполнения функции поддержки нескольких вариантов трехмерной модели для одного и того же объекта». Целью работы является получение навыков работы с несколькими вариантами трехмерной модели объекта, в том числе с различными эффектами. В процессе лабораторной работы производится: выполнение функции поддержки нескольких вариантов трехмерной модели для одного и того же объекта; выполнение функции отображения трехмерных моделей с различными эффектами (прозрачность, зеркальность).

### **Визуализация цифровых карт.**

Вследствие того, что содержание данного подраздела имеет исключительно практический характер, его изучение происходит в ходе выполнения практической работы «Выбор оптимальных способов расположения объектов и анализа гидрологических процессов». Целью работы является ознакомление с функциями выбора оптимальных способов расположения объектов и анализа гидрологических процессов. В процессе практической работы производится: выбор оптимальных способов расположения (маршрутов) спортивных (бобслейные трассы, горнолыжные трассы и т.п.) и социальных объектов (пункты первой помощи, пункты приема пищи, парковка автомобилей, места расположения аварийных служб) по уже ранее созданным в системе иным объектам и тематическим данным; выполнение анализа гидрологических процессов.

## **Контрольные вопросы по Разделу 1 «Территориальное управление. Основы»**

1. Что такое информационная система управления?
2. Какие задачи должна решать информационная система управления?
3. Чего позволяет достичь применение информационных систем управления?
4. Перечислите основные классификационными признаки автоматизированных информационных систем?
5. На какие типы в соответствии с признаком классификации по уровню государственного управления делятся автоматизированные информационные системы?
6. Для чего предназначены ИС федерального значения?
7. Для чего предназначены ИС управления технологическими процессами?
8. Для чего предназначены Интегрированные ИС?
9. На какие типы по степени автоматизации информационных процессов подразделяются ИС?
10. Для чего предназначены муниципальные ИС?
11. Что такое Территориальная информационная система (ТИС)?
12. Какова обобщенная цель создания ТИС?
13. Перечислите цели создания ТИС.
14. Перечислите основные задачи, которые можно решать с помощью ТИС.
15. Дайте определение понятию «геоинформационный анализ»
16. Дайте определение понятию «пространственный анализ»
17. Дайте определение понятию «геоинформационное моделирование»
18. Перечислите основные виды геоинформационного анализа.
19. Дайте определение понятию «геокодирование».
20. Перечислите наиболее распространенные виды анализа поверхностей.
21. Опишите последовательность этапов разработки программной оболочки ТИС.
22. Что такое кадастр?
23. Какие данные отражаются на кадастровой карте?
24. Какие задачи позволяет решать применение ГИС в сельском хозяйстве?
25. Что такое информационная система обеспечения градостроительной деятельности?
26. Что включает в себя информационная система обеспечения градостроительной деятельности?
27. Дайте определение градостроительного кодекса Российской Федерации.
28. Дайте определение государственного земельного кадастра.
29. На какие группы по численности населения подразделяют города?
30. Какие города являются объектами градостроительной деятельности особого регулирования в соответствии с Градостроительным кодексом?
31. На какие типы могут быть разделены территории с точки зрения возможности их использования для целей градостроительства?
32. Что относится к непригодным территориям?
33. Что такое градостроительный прогноз?

34. Приведите верную последовательность движения градостроительной документации.
35. Что такое генеральный план?
36. Что такое функциональное зонирование территории?
37. Что такое административное зонирование территории?
38. Что такое планировочное районирование?
39. На какие типы принято разделять городские территории на начальных стадиях градостроительного прогноза, при предварительной оценке городского территориального ресурса,?
40. Что определяется в генеральном плане?
41. Что определяется в проекте планировки?
42. Что определяется в проектах застройки?
43. Для чего предназначена селитебная территория?
44. Для чего предназначены производственные территории?
45. Для чего предназначена ландшафтно-рекреационная территория?
46. Каков состав земель, включаемых в городскую черту?
47. Для чего предназначены общественно деловые зоны?
48. Для чего предназначены производственные зоны?
49. Для чего предназначены зоны инженерной и транспортной инфраструктур?
50. Для чего предназначены рекреационные зоны?
51. Для чего предназначены зоны сельскохозяйственного назначения?
52. Для чего предназначены зоны специального назначения?
53. Для чего предназначены зоны военных объектов и иные зоны режимных территорий?
54. На какие виды подразделяется информация, используемая в целях градостроительного прогноза и проектирования?
55. Что такое директивная информация?
56. Что такое аналитическая информация?
57. Что относится к директивной и аналитической информации?
58. Какие методы определения оценок городских территорий существуют?
59. К какому методу оценки относится комплексная градостроительная оценка территории?
60. Опишите комплексную градостроительную оценку территории.
61. Опишите рентно-оптимизационный метод оценки территории.
62. Для чего предназначены оценки, получаемые при комплексной градостроительной оценке территории?
63. Для чего предназначены оценки, получаемые при использовании рентно-оптимизационного метода оценки территории?
64. Перечислите цели экономической (кадастровой) оценки недвижимости.
65. Приведите последовательность этапов кадастровой оценки городских территорий.
66. Что относится к исходным данным для расчетов при градостроительной оценке городских территорий?

67. Перечислите основные принципы непрерывного градостроительного прогноза.
68. Что составляет основу системы управления городскими территориями?
69. Что такое объект и предмет управления?
70. Какова цель управления территориями?
71. Какие задачи позволяет решать ГИС в управлении территориальным развитием?
72. Что такое задача принятия решений?
73. Что относится к основным технологическим решениям ГИС поддержки принятия решений?



## **Раздел 2. «Территориальное управление. Практическое применение ГИС территориального управления»**

**Просмотр и присвоение атрибутивной информации к объектам. Привязка пространственных объектов и атрибутивной информации. Просмотр атрибутивной информации по одному или нескольким выбранным объектам.**

Вследствие того, что содержание данного подраздела имеет исключительно практический характер, его изучение происходит в ходе выполнения практической работы «Анализ пространственных признаков объектов и обработка материалов базы геоданных». Целью работы является ознакомление с функциями анализа пространственных признаков объектов и обработка материалов базы геоданных. В процессе практической работы производится: анализ и сопоставления поступающих и имеющихся в БГД растровых данных и материалов дистанционного зондирования Земли; анализ пространственных признаков объектов на изображении, перевычисления в новую систему координат, слияния и нарезки на листы, дешифрирование и классификации объектов на изображении по спектральным признакам.

**Поддерживаемые форматы экспортных данных. Окно данных ArcCatalog. Экспорт информации в виде интерактивных PDF файлов с возможностью просмотра трехмерных объектов. Формирование электронного архива импортируемых и экспортируемых документов. Настройка политики доступа на основе ролей к электронному архиву.**

Вследствие того, что содержание данного подраздела имеет исключительно практический характер, его изучение происходит в ходе выполнения лабораторной работы «Выполнения функции поддержки экспортных форматов доступа к данным». Целью работы является получение навыков экспорта и импорта различных форматов, формирования электронного архива импортируемых и экспортируемых документов с настроенной политикой доступа на основе ролей. В процессе лабораторной работы производится: выполнение функции поддержки экспортных форматов доступа к данным ESRI Shape-файлы, Mapinfo mid/mif-файлы обменного формата, SXF – файлы обменного формата, Microsoft Access, Microsoft SQL Server, AutoCad DWG/DXF, AutoCad 2004/2005 DWG/DXF, MicroStation v8 dgn-files, рекомендованных ГИС-консорциумом: OGC GML, OGC WFS, OGC WMS, растровые данные формата TIFF, JPEG, IMG, Mr.SID, формат систем геоинформационного приложения GISWARE®; выполнение функции экспорта информации в виде интерактивных PDF файлов, обеспечивающих возможность просмотра трехмерных объектов; выполнение функции формирования электронного архива импортируемых и экспортируемых документов с настроенной политикой доступа на основе ролей

**Прикрепление электронных документов, мультимедиа информации к объектам на электронной карте. Привязка электронных документов и мультимедиа информации к нескольким объектам на электронной карте. Просмотр сведений обо всех электронных документах и мультимедиа информации. Получение сведений обо всех объектах на электронной карте, с которыми связан выбранный электронный документ. Просмотр истории создания и ведения электронных документов и мультимедиа информации по каждому объекту на электронной карте.**

Вследствие того, что содержание данного подраздела имеет исключительно практический характер, его изучение происходит в ходе выполнения практической работы «Проверки выполнения оценочного моделирования и статистической оценки видов и категорий земель, занятых под различными объектами». Целью работы является ознакомление с функциями проверки выполнения оценочного моделирования и статистической оценки видов и категорий земель, занятых под различными объектами. В процессе практической работы производится: проверка выполнения оценочного моделирования возникновения, возможных сценариев развития чрезвычайных и техногенных ситуаций (таких как: наводнения, оползни, сходы лавин, токсичные выбросы, террористические акты и т.п.) и рекомендаций по ликвидации их последствий; выполнение функции статистической оценки видов и категорий земель, занятых под различными объектами.

**Обеспечение сохранения версионности изменений пространственных и непространственных данных в системе «ГИС-3D». Реестр архивных документов, архив документа в системе «ГИС-3D». Восстановление информации при внесении изменений в рабочие таблицы БДГИ с возможностью обеспечения целостности данных в системе «ГИС-3D». История создания и изменения электронных документов, мультимедиа информации по объектам на электронной карте в системе «ГИС-3D».**

Вследствие того, что содержание данного подраздела имеет исключительно практический характер, его изучение происходит в ходе выполнения лабораторной работы «Выполнения функции обеспечения сохранения версионности изменений пространственных и непространственных данных». Целью работы является получение навыков обеспечения сохранения версионности изменений пространственных и непространственных данных, хранящихся в БДГИ, выполнения функции восстановления информации при внесении изменений в рабочие таблицы БДГИ с возможностью обеспечения целостности данных, выполнения функции ведения истории создания и изменения электронных документов, мультимедиа информации по каждому объекту на электронной карте. В процессе лабораторной работы производится: выполнение функции обеспечения сохранения версионности изменений пространственных и

непространственных данных, хранящихся в БДГИ; выполнения функции восстановления информации (до 10 шагов) при внесении изменений в рабочие таблицы БДГИ с возможностью обеспечения целостности данных; выполнение функции ведения истории создания и изменения электронных документов, мультимедиа информации по каждому объекту на электронной карте.

**Отключение визуализации отдельных слоев на просматриваемых электронных картах. Отображение векторных и растровых слоев.**

Вследствие того, что содержание данного подраздела имеет исключительно практический характер, его изучение происходит в ходе выполнения практической работы «Ситуационный анализ, регистрации и визуализации трехмерного моделирования». Целью работы является ознакомление с функциями ситуационного анализа, регистрации и визуализации трехмерного моделирования надземного и подземного пространства. В процессе практической работы производится: ситуационный анализ и моделирование различных ситуаций на основе использования математических, пространственных, статистических и иных моделей обработки данных; регистрация и визуализация трехмерного моделирования надземного и подземного пространства с визуализацией в 3D режиме в динамике по трем координатам.

**Приложение «Администратор ГИС-3D». Журналы. Функция репликации хранимых в БДГИ данных между несколькими физически удаленными серверами баз данных в системе «ГИС-3D». Функция протоколирования действий пользователей по редактированию объектов в БГД в системе «ГИС-3D».**

Вследствие того, что содержание данного подраздела имеет исключительно практический характер, его изучение происходит в ходе выполнения лабораторной работы «Репликации хранимых в БДГИ данных между несколькими физически удаленными серверами баз данных». Целью работы является получение навыков произведения репликации хранимых в БДГИ данных между несколькими физически удаленными серверами баз данных, выполнения функции протоколирования действий пользователей по редактированию объектов в БГД. В процессе лабораторной работы производится: выполнение функции репликации хранимых в БДГИ данных между несколькими физически удаленными серверами баз данных; выполнение функции протоколирования действий пользователей по редактированию объектов в БГД.

**Расчет площадей по выбранным участкам цифровой или электронной карты. Расчет длин по выбранным участкам цифровой или электронной карты. Расчет расстояний по выбранным участкам цифровой или электронной карты.**

Вследствие того, что содержание данного подраздела имеет исключительно практический характер, его изучение происходит в ходе выполнения практической работы «Математического моделирования оптимизации прокладки новых трасс линейно-протяженных объектов и карт доступности». Целью работы является обучение расчету прокладки новых трасс линейно-протяженных объектов и карт доступности. В процессе практической работы производится: выполнение функции математического моделирования оптимизации прокладки новых трасс линейно-протяженных объектов; выполнение функции поиска оптимального расположения социальных объектов (пункты первой помощи, пункты приема пищи, парковка автомобилей, места расположения аварийных служб) по уже ранее созданным в системе иным объектам и тематическим данным.

**Выполнение работы с опубликованными растровыми и векторными пространственными данными, сервисы. Web-сервисы работы с плоскими картографическими данными, работы с 3D-моделями, работы с растровыми данными. Расширения за счет использования модульного принципа. Инструментальные средства разработчика и набор элементов управления для Web-приложений. Выполнения функции отображения на электронной карте моделей объектов по различным типам. Типы объектов, отображаемых на электронной карте.**

Вследствие того, что содержание данного подраздела имеет исключительно практический характер, его изучение происходит в ходе выполнения лабораторной работы «Работы с опубликованными растровыми и векторными пространственными данными и создание WEB-приложений и WEB-служб». Целью работы является получение навыков выполнения работы с опубликованными растровыми и векторными пространственными данными, создания WEB-приложений и WEB-служб, использования инструментальных средств разработчика и набора элементов управления для Web-приложений, выполнения функции отображения на электронной карте моделей объектов по различным типам. В процессе лабораторной работы производится: выполнение работы с опубликованными растровыми и векторными пространственными данными; выполнение создания WEB-приложений и WEB-служб, включая сервисы работы с плоскими картографическими данными, работы с 3D-моделями, работы с растровыми данными, с использованием сервисов WMS (Web Mapping Service), WFS-T (Transactional Web Feature Services),

WCS (Web Coverage Services), сервисов обработки геоданных и создания web 2.0 mashup-приложений с ГИС-составляющей.; поддержка инструментальных средств разработчика, включая средства для создания NET и Java ADF компонентов, а также открытых интерфейсов программирования для REST, Javascript, Adobe Flex, Microsoft Silverlight и набор элементов управления для Web-приложений (Web Controls); выполнение функции отображения на электронной карте моделей объектов по различным типам.

***Контрольные вопросы по Разделу 2. «Территориальное управление.  
Практическое применение ГИС территориального управления»***

1. Компоненты ArcGis Desktop. Их назначение.
2. Создание сценария моделирования ситуации в 2D и 3D режимах в ArcGIS Desktop;
3. Выполнение сценария моделирования в 2D режиме с использованием СПО «Локальный клиент ГИС-3D»;
4. Выполнение сценария моделирования в 3D с использованием СПО «Локальный клиент ГИС-3D»;
5. Ситуационное моделирование с анализом и визуализацией в 2D и 3D режимах;
6. Методика выполнения оценочного моделирования
7. Хранение цифровых трехмерных моделей объектов с геопространственной привязкой в приложении ArcCatalog;
8. Методика одновременного отображения карт и моделей;
9. Методика автоматического построения трехмерных объектов: атрибуты и текстуры;
10. Панель «Навигатор»;
11. Слои, свойства слоев, Конструктор выражений, автоматическое текстурирование
12. Поддержка нескольких вариантов трехмерной модели для одного и того же объекта: группы детализации.
13. Отображения трехмерных моделей с различными эффектами.
14. Окно «3d модели объектов».
15. Наложение эффектов.
16. Поддерживаемые форматы экспортных данных.
17. Окно данных ArcCatalog.
18. Экспорт информации в виде интерактивных PDF файлов с возможностью просмотра трехмерных объектов.
19. Формирование электронного архива импортируемых и экспортируемых документов;
20. Настройка политики доступа на основе ролей к электронному архиву;
21. Обеспечение сохранения версионности изменений пространственных и непространственных данных в системе «ГИС-3D»;
22. Реестр архивных документов, архив документа в системе «ГИС-3D»;

23. Восстановление информации при внесении изменений в рабочие таблицы БДГИ с возможностью обеспечения целостности данных в системе «ГИС-3D»;
24. История создания и изменения электронных документов, мультимедиа информации по объектам на электронной карте в системе «ГИС-3D»;
25. Приложение «Администратор ГИС-3D». Журналы.
26. Функция репликации хранимых в БДГИ данных между несколькими физически удаленными серверами баз данных в системе «ГИС-3D»;
27. Функция протоколирования действий пользователей по редактированию объектов в БД в системе «ГИС-3D»;
28. Выполнение работы с опубликованными растровыми и векторными пространственными данными, сервисы.
29. Web-сервисы работы с плоскими картографическими данными, работы с 3D-моделями, работы с растровыми данными.
30. Расширения за счет использования модульного принципа.
31. Инструментальные средства разработчика и набор элементов управления для Web-приложений.
32. Выполнения функции отображения на электронной карте моделей объектов по различным типам.
33. Типы объектов, отображаемых на электронной карте.
34. Автоматическое функции «ArcMap».
35. Подключение панели инструментов «3D Analyst».
36. Отображение цифровой модели рельефа.
37. Построение карты кривизны поверхности.
38. Построение зоны видимости.
39. Назначение СПО «Web-клиент».
40. Использование информации GPS мониторинга.
41. Принцип решения задачи транспортной доступности.
42. Обеспечения для построения зон транспортной доступности
43. Основные компоненты инженерных коммуникаций отображаемые в ГИС.
44. Протоколирование действий пользователей
45. Отображение на электронной карте моделей объектов
46. Визуализация цифровых карт
47. Визуализация отдельных участков местности
48. Просмотр и присвоение атрибутивной информации к объектам
49. Привязка пространственных объектов и атрибутивной информации
50. Просмотр атрибутивной информации по одному или нескольким выбранным объектам.
51. Прикрепление электронных документов, мультимедиа информации к объектам на электронной карте.
52. Привязка электронных документов и мультимедиа информации к нескольким объектам на электронной карте
53. Просмотр сведений обо всех электронных документах и мультимедиа информации

- 54.Получение сведений обо всех объектах на электронной карте, с которыми связан выбранный электронный документ
- 55.Просмотр истории создания и ведения электронных документов и мультимедиа информации по каждому объекту на электронной карте
- 56.Отключение визуализации отдельных слоев на просматриваемых электронных картах
- 57.Отображение векторных и растровых слоев
- 58.Расчет площадей по выбранным участкам цифровой или электронной карты.
- 59.Расчет длин по выбранным участкам цифровой или электронной карты.
- 60.Расчет расстояний по выбранным участкам цифровой или электронной карты.

Карманов Андрей Геннадиевич  
Кнышев Арсений Игоревич  
Елисеева Валерия Валерьевна

## **Геоинформационные системы территориального управления**

**Учебное пособие**

В авторской редакции

Редакционно-издательский отдел Университета ИТМО

Зав. РИО

Н.Ф. Гусарова

Подписано к печати 12.02.16

Заказ № 3638

Тираж 100 экз.



Редакционно-издательский отдел  
Университета ИТМО  
197101, Санкт-Петербург, Кронверкский пр., 49