Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Сибирский государственный университет геосистем и технологий»
(СГУГиТ)

А. В. Дубровский

ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ:

БАЗЫ И БАНКИ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ДАННЫХ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ КАДАСТРА И ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВА

Утверждено редакционно-издательским советом университета в качестве учебно-методического пособия для обучающихся по направлению подготовки 21.03.02. Землеустройство и кадастры (уровень бакалавриата)

Новосибирск
СГУГиТ
2022

УДК 528.4:004
Д797

Рецензенты: кандидат технических наук, ведущий инженер ООО «Новосибирский инженерный центр» *А. В. Владыкина*

кандидат технических наук, доцент кафедры фотограмметрии и дистанционного зондирования СГУГиТ *В. Н. Никитин*

Дубровский, А. В.

Д797 Геоинформационные системы: базы и банки пространственных данных для целей кадастра и землеустройства : учебно-методическое пособие / А. В. Дубровский. – Новосибирск : СГУГиТ, 2022. – 71 с. – Текст : непосредственный.

ISBN 978-5-907513-59-4

Учебно-методическое пособие подготовлено директором института кадастра и природопользования А. В. Дубровским на кафедре кадастра и территориального планирования СГУГиТ.

Учебно-методическое пособие содержит теоретический и практический курс по дисциплине «Земельно-информационные системы». Теоретический курс представляет собой краткий лекционный материал. Практический курс состоит из описания лабораторной работы.

Рассмотрены основные понятия информационных систем, показаны их структура и состав. Приведены примеры и показаны особенности геоинформационных систем, а также специфика обработки, представления и хранения пространственных данных в базах данных и банках данных. Сделан акцент на использовании «больших данных» в решении задач кадастра и землеустройства.

В лабораторной работе рассмотрены технологические операции по созданию геоинформационного проекта реновации городской территории.

Учебно-методическое пособие предназначено для обучающихся по направлению подготовки 21.03.02. Землеустройство и кадастры (уровень бакалавриата).

Печатается по решению редакционно-издательского совета СГУГиТ

ISBN 978-5-907513-59-4 © СГУГиТ, 2022

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение 5

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ КУРС

1. Основные понятия информационных систем 7
   1.1. Данные в информатике 7
   1.2. Информационные системы: определение, структура и состав 9
   1.3. Классификация информационных систем 11
   1.4. Принципы построения информационных систем 11
   1.5. Документальные и фактографические системы 12
   1.6. Языки общения пользователя с системой 13
   1.7. Информационная технология обработки данных 13
   1.8. Целостность и защита данных 15
   1.9. Программные средства реализации информационных систем 17

2. Геоинформационные системы 19
   2.1. Понятие географической информационной системы, геоинформационные технологии 19
   2.2. Структура ГИС 19
   2.3. Генерализация и абстракция в геоинформационном моделировании 20
   2.4. Геоинформационная модель 23

3. Модели данных 25
   3.1. Предметная область и информационные единицы модели данных 25
   3.2. Базовые модели данных в ГИС 26
   3.3. Классификация задач геоинформационных систем 30
   3.4. Математическая интерпретация обработки информации в ГИС 31

4. Базы и банки данных, автоматизированные системы поддержки принятия решений 32
   4.1. Базы данных, классификация, проектирование 32

4.2. Банк данных, структура, схема функционирования 36
4.3. Система управления базами данных 37
4.4. Автоматизированные системы поддержки принятия решений 38
4.5. «Большие данные» в решении задач кадастра 40
4.6. Применение баз данных при геоинформационном анализе зон накопления экологического вреда 42
4.7. Геоинформационная база данных по сведениям о площадках накопления твердых коммунальных отходов 47

Тестовые задания по теории курса «Геоинформационные системы: базы и банки пространственных данных для целей кадастра и землеустройства» 52

ПРАКТИЧЕСКИЙ КУРС

Лабораторная работа. Создание прогнозной цифровой модели реновации жилого фонда на территории города 60

Заключение 64

Библиографический список 65

ВВЕДЕНИЕ

Геоинформатика в настоящее время существенно преобразилась благодаря появлению глобальных систем мониторинга, технологий искусственного интеллекта и «больших данных». Доступность пространственной информации, оперативность ее получения, а также возможность автоматизированного решения аналитических задач позволили расширить круг потребителей геоинформации, сделав его полностью открытым.

Методологические основы геоинформатики заложены в традиционной информатике, географии и картографии. Несмотря на различия, которые присущи данным наукам, у них есть ряд общих положений, касающихся в первую очередь принципов сбора, обработки и хранения информации. Базы и банки данных, в том числе и пространственной информации, являются основными элементами создаваемых научных продуктов.

Современный кадастр России полностью цифровой. Информация, хранящаяся в Едином государственном реестре недвижимости, обеспечивает гарантию права собственности на объекты недвижимого имущества, а также позволяет государству осуществлять функции налогообложения.

Таким образом, формирование баз и банков пространственной информации является важной государственной задачей. Ее решение зависит от ряда методических, технических и технологических решений, связанных с применением геотехнологий.

Целью данного учебно-методического пособия является рассмотрение теоретического обеспечения основных понятий информационных систем, специфики обработки данных в геоинформационных системах, классификации моделей данных, методологических подходов к разработке баз и банков данных, а также подходов к построению автоматизированных систем поддержки принятия решений. Все компоненты информационного обеспечения показаны применительно к решению задач в области кадастра и землеустройства. Приведены примеры разработки различных баз данных, в частности, по типам почв, по зонам затопления, по объектам не-

движимости для цели инвентаризации, по участкам накопления экологического вреда, а также по площадкам накопления твердых коммунальных отходов. Перечисленные базы данных связаны между собой в первую очередь тем, что объекты, размещенные в них, имеют пространственную привязку, а также могут оказывать существенное влияние на смежные с ними объекты недвижимости. Именно учет этого влияния является сложно прогнозируемым решением задачи территориального планирования и разработки стратегических направлений использования земельных ресурсов. Существенную помощь в этом могут оказать системы искусственного интеллекта, обрабатывающие «большие данные». Благодаря их применению возможно обеспечить информационную поддержку принимаемых управленческих решений, а также обеспечить эффективное развитие хозяйственной деятельности и рациональное землепользование.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ КУРС

1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

1.1. Данные в информатике

Понятие «данные» является достаточно многогранным и в ряде случаев требует детального рассмотрения и уточнения. В первую очередь это касается структуры данных, а также формата. Структура данных – это требования к представлению данных для их последующей систематизации. Формат данных определяет в значительной мере возможность их автоматизированной обработки, а также технологические особенности представления и хранения.

Термин «данные» имеет несколько общепризнанных определений, в частности: под данными понимаются зарегистрированные факты, описания явлений реального мира или идей, которые представляются достаточно ценными для того, чтобы их сформулировать и точно зафиксировать.

При рассмотрении термина «данные» с позиций информатики наиболее полным является следующее определение: данные – это информация, представленная в виде, пригодном для обработки автоматическими средствами при возможном участии человека [1]. Дополнительные акценты к определению термина «данные» можно получить, рассмотрев стандарт ISO/IEC 2382-1:1993. В соответствии с этим стандартом под данными понимаются факты, понятия или команды, представленные в формализованном виде, позволяющем осуществить их передачу, интерпретацию или обработку как вручную, так и с помощью систем автоматизации [2]. При рассмотрении термина «данные», интерпретация которых приведена в указанных выше документах, можно сформулировать основные свойства данных:

– ценность данных – зависит от их актуальности, полноты, скорости получения, информационного наполнения;

– уровень автоматизации при обработке, хранении и передаче данных – как правило, это свойство подразумевает автоматический, полуавтоматический и ручной режимы работы с данными;

– классификационная группа данных – категория, к которой относятся данные, а также уровень доступа пользователей, которые могут получить доступ к данным.

При классификации данных по категориям выделяется отдельная крупная категория данных – ***пространственные данные (геоданные***) – это данные о пространственных объектах, снабженные указанием на их локализацию в пространстве (позиционными атрибутами). Т. е. основным свойством пространственных данных является наличие в их описании координат. При этом координатное описание может быть представлено набором координат, описывающих пространственное положение (локализацию) данных как информационного объекта, а также координатой одной точки – пространственного газзетира, используя значение которой, можно определить пространственное положение объекта, процесса или явления, описание которого представлено в данных [3].

Объектом исследования геоинформатики является любое материальное образование, явление или процесс на земной поверхности (географической среды), внутри поверхности Земли (геологической среды) и за ее пределами (космической среды), которое отвечает важнейшим методологическим принципам географии – пространственности, комплексности, конкретности, картируемости [4].

Свойства геоданных:

– координатное описание положения объекта, процесса или явления в пространстве (пространственная информация);

– качественные и количественные характеристики объекта, указанные в виде атрибутивной базы данных объекта или полученные с помощью применения запросов или математического аппарата геоинформационной системы (ГИС) (семантическая информация);

– дата создания геоданных в среде ГИС, которая показывает степень достоверности и актуальности цифровой модели пространственного объекта, процесса или явления своему отражению из реального мира (календарная информация).

В настоящее время рынок пространственных данных динамично развивается и его объемы уже превышают 350 млрд долларов в год. К 2030 г. прогнозируемый уровень его объема составит 1 трлн долларов. Основные

потребители пространственных данных сконцентрированы в следующих сферах деятельности: землепользование, управление недвижимостью, градостроительство, территориальное планирование, навигация, транспорт, использование природных ресурсов, экология, борьба с чрезвычайными ситуациями.

1.2. Информационные системы: определение, структура и состав

Информационная система (ИС) – это взаимосвязанная совокупность средств, методов и персонала, используемых для хранения, обработки и выдачи информации для достижения цели управления. Большинство современных информационных систем преобразуют не информацию, а данные. Поэтому часто их называют системами обработки данных.

Примерами информационных систем могут выступать информационные системы по управлению деятельностью предприятий, государственные информационные системы. Единый государственный реестр недвижимости (ЕГРН) является федеральной информационной системой, которая содержит сведения об объектах недвижимости и их владельцах на территории России. Геоинформационные системы также являются информационными системами, которые содержат специализированные технические средства и программы компоненты для работы с геоданными.

Структура информационной системы представлена определенным составом отдельных составляющих компонентов, а также описанием порядка и принципов взаимодействия этих компонентов между собой, а также с внешними системами.

Структуру информационной системы характеризуют следующие элементы:

1) данные предметной области информационной системы;

2) операционная система – система, обеспечивающая управление функционированием всей информационной системы;

3) платформа – преобразует интерфейсы операционной системы и предоставляет необходимые виды информационных услуг;

4) прикладные программы – реализуют задачи информационной системы;

5) область взаимодействия – предоставляет каналы связи между несколькими информационными системами;

6) периферийные технические средства – специализированное техническое обеспечение по работе с данными.

Перечисленные элементы информационных систем можно классифицировать на две основные группы подсистем: функциональные (отвечающие за техническую работоспособность информационной системы) и организационные (отвечающие за методическое и технологическое обеспечение работы системы).

1. Функциональные подсистемы включают:

– компьютеризированную подсистему аппаратного обеспечения, т. е. комплекс технических средств. В первую очередь, это вычислительные машины, периферийное оборудование: сканеры, принтеры, датчики телеметрии, аппаратура, обеспечивающая получение данных, в том числе дистанционного зондирования Земли, геодезические приборы и т. п.; аппаратура и каналы передачи данных: радиоканалы, каналы оптоволоконной связи; беспроводные высокочастотные каналы связи;

– подсистему программного обеспечения – совокупность моделей, методов, алгоритмов и программ реализации целей; применительно к ГИС это программы, реализующие в своей функциональности геоинформационные технологии, а также программы-спутники, оптимизирующие в рамках функционала ГИС работу периферийного оборудования;

– подсистему информационного обеспечения – совокупность средств классификации и кодирования информации, унификации схемы документации.

2. Организационные подсистемы включают:

– подсистему организационного обеспечения – совокупность методов и средств подготовки кадров и работы персонала, осуществляющего эксплуатацию системы, обеспечивающую наиболее комфортные и экономически целесообразные условия работы персонала;

– подсистему правового обеспечения – совокупность норм права, определяющих юридический статус системы.

Стоит отметить, что здесь приведены основные подсистемы, которые можно выделить при рассмотрении структуры информационной системы по работе с геоданными.

1.3. Классификация информационных систем

Информационные системы можно классифицировать по следующим основаниям:

– *функциональное назначение*. Выделяют производственные, коммерческие, финансовые, маркетинговые, муниципальные информационные системы, информационные системы обеспечения градостроительной деятельности, кадастровые системы и др.;

– *объекты управления*. Системы подразделяются на информационные системы автоматизированного проектирования, управления технологическими процессами, управления предприятием (офисом, фирмой, корпорацией, организацией) и географические информационные системы и т. п.;

– *характер использования результатной информации*. Здесь представлены информационно-поисковые системы, предназначенные для сбора, хранения и выдачи информации по запросу пользователя; справочно-картографические информационные системы, информационно-советующие, предлагающие пользователю определенные рекомендации для принятия решений (системы поддержки принятия решений); информационно-управляющие, информация которых непосредственно участвует в формировании управляющих воздействий.

1.4. Принципы построения информационных систем

В основе построения информационных систем лежат следующие принципы:

а) принцип интеграции, заключающийся в том, что обрабатываемые данные, однажды введенные в систему, многократно используются для решения большого числа задач, в том числе и при интеграции в другие информационные системы;

б) принцип системности, заключающийся в совместном подходе к обработке и использованию данных с целью получения информации, необходимой для принятия решений на всех уровнях управления;

в) принцип комплексности, заключающийся в механизации и автоматизации процедур преобразования данных на всех уровнях функционирования информационной системы;

г) принцип открытости, заключающийся в возможности предоставления информации широкому кругу заинтересованных лиц в соответствии с уровнем их доступа к информации, а также интеграции в другие информационные системы;

д) принцип стандартизации (унификации), определяющий возможность интеграции информационных ситам и организации информационного обмена между системами без конвертации информации;

е) принцип эффективности, заключающийся в оценке различных показателей, определяющих эффективность информационной системы как средства по работе с информацией: экономических затрат, затрат времени, трудовых ресурсов и т. д.

1.5. Документальные и фактографические системы

Фактографическая база данных – база данных, содержащая информацию, относящуюся непосредственно к предметной области информационной системы.

По типам информации, а именно: документальной, фактографической и документально-фактографической, выделяется *три типа ИС*.

Документальные ИС включают информационно-поисковые системы (ИПС), информационно-логические и информационно-семантические системы.

Фактографические ИС делятся на две категории: системы обработки данных (СОД), автоматизированные информационные системы (АИС) и автоматизированные системы управления (АСУ).

Документально-фактографические ИС содержат: автоматизированные документально-фактографические информационно-поисковые системы научно-технической информации (АДФИПС НТИ), автоматизированные документально-фактографические информационно-поисковые системы в автоматизированной системе нормативно-методического обеспечения управления (АДФИПС в АСНМОУ). Специалисты выделяют и другие ИС: бухгалтерские, банковские ИС, ИС рынка ценных бумаг, информационные системы управления (ИСУ), системы поддержки принятия решений (СППР), экспертные системы (ЭС), гибридные экспертные системы

(ГЭС), информационные системы мониторинга (ИСМ) и др. В АИС размещают различные виды информации: библиографические данные (записи); фактографические данные (записи); полнотекстовые документы (записи); справочные данные (в том числе указатели); математические или численные (цифровые, табличные) данные; графические данные; мультимедийные данные. ИС можно классифицировать по видам обрабатываемой информации: текстовые процессоры и редакторы (текст); графические процессоры и редакторы (графика); системы управления базами данных (СУБД), табличные процессоры, алгоритмические языки программирования (данные); экспертные системы (знания).

1.6. Языки общения пользователя с системой

Среди существующих вариантов интерфейса в системе «человек – компьютер» можно выделить два основных типа: на основе меню («смотри и выбирай») и на основе языка команд («вспоминай и набирай»).

Интерфейсы типа меню облегчают взаимодействие пользователя с компьютером, так как не требуют предварительного изучения языка общения с системой. На каждом шаге диалога пользователю предъявляются все возможные в данный момент команды в виде наборов пунктов меню, из которого пользователь должен выбрать нужный. Такой способ общения удобен для начинающих и непрофессиональных пользователей.

Интерфейс на основе языка команд требует знания пользователем синтаксиса языка общения с компьютером. Достоинством командного языка является его гибкость и мощность.

1.7. Информационная технология обработки данных

Информационные системы реализуются на базе различных информационных технологий, которые в свою очередь построены на применении различных технических и программных средств.

Согласно Федеральному закону от 27.07.2006 № 149-ФЗ «Об информации, информационных технологиях и о защите информации», «информационные технологии» – это технологические процессы по работе с данными,

которые характеризуют объекты, процессы или явления; после обработки данные преобразуются в информационный продукт [5]. Информационный продукт является результатом реализации информационных технологий и несет в себе затраты на сбор, обработку, анализ, синтез, преобразование, представление и распространение данных. Является наиболее ценным результатом работы информационных систем.

Информационная технология обработки данных предназначена для решения хорошо структурированных задач, по которым имеются необходимые входные данные и известны алгоритмы и другие стандартные процедуры их обработки. Эта технология применяется на уровне операционной (исполнительской) деятельности персонала невысокой квалификации в целях автоматизации некоторых рутинных, постоянно повторяющихся операций управленческого труда. Поэтому внедрение информационных технологий и систем на этом уровне существенно повышает производительность труда персонала, освобождает его от рутинных операций, приводит к снижению численности работников.

Основными этапами информационной технологии обработки данных являются:

а) *сбор данных*. На этом этапе происходит получение информации из различных источников с использованием различных методик. Механизмы сбора информации постоянно совершенствуются, делаются более точными и автоматизированными;

б) *обработка данных.* Для создания из поступающих данных информационного продукта выполняются следующие операции:

– классификация или группировка по определенным признакам и критериям;

– сортировка, с помощью которой упорядочивается последовательность записей;

– вычисления, включающие арифметические и логические операции. Эти операции, выполняемые над данными, дают возможность получать новые данные;

– укрупнение, или агрегирование, служащее для уменьшения количества данных и реализуемое в форме расчетов итоговых или средних значений;

в) *анализ данных* – решение аналитических задач, связанных с реализацией функций информационной системы;

г) *представление данных* – использование инструментов визуализации данных, в том числе в виде отчетов, а также предоставление пользователям информационной системы доступа к созданному информационному продукту;

д) *хранение данных* для последующего использования посредством формирования баз и банков данных;

е) *распространение данных* – механизм, позволяющий при необходимости неограниченное увеличение точек доступа к информационному продукту, а также интеграции в другие информационные системы.

В настоящее время именно этап распространения данных становится одним из самых важных с позиции формирования конечной стоимости информационного продукта. Подтверждением этому является высокая стоимость информационных систем, созданных для работы социальных сетей, а также глобальных информационно-поисковых систем и средств массовой информации. Функция «*Распространение данных*» в настоящее время привела к появлению нового этапа работ в информационных технологиях – *социального программирования*, заключающегося в создании информационного продукта, направленного на появление определенного, изначально заданного информационной системой отношения общества к данным, которые обрабатывает информационная система. Социальное программирование активно используется в социальных сетях, а также в средствах массовой информации. Особенностью работы информационных технологий, осуществляющих социальное программирование, является целенаправленное использование для создания информационного продукта недостоверных данных.

1.8. Целостность и защита данных

Одной из важнейших задач, решаемой СУБД, является поддержание в любой момент времени взаимной непротиворечивости, правильности и точности данных, хранящихся в базе данных (БД). Этот процесс называется ***обеспечением целостности базы данных.***

Следует различать проблемы обеспечения целостности базы данных и защиты базы данных от несанкционированного доступа. Поддержание целостности базы данных может интерпретироваться как защита данных от неправильных действий пользователей или некоторых случайных внешних воздействий. Нарушение целостности базы данных может иметь как преднамеренный, так и непреднамеренный характер.

Целостность базы данных может быть нарушена в результате сбоя оборудования; программной ошибки в СУБД, операционной системе или прикладной программе; от неправильных действий пользователей. Эти ситуации могут возникать даже в хорошо проверенных и отлаженных системах, несмотря на применяемые системы контроля. Поэтому СУБД должна иметь средства обнаружения таких ситуаций и восстановления исходного состояния базы данных. Целостность базы данных поддерживается с помощью набора специальных логических правил, накладываемых на данные.

Информационная безопасность информационной системы Российской Федерации – это техника защиты информации от преднамеренного или случайного несанкционированного доступа и нанесения тем самым вреда нормальному процессу документооборота и обмена данными в системе, а также хищения, модификации и уничтожения информации.

Вопросы защиты информации в информационных системах решаются для того, чтобы изолировать нормально функционирующую информационную систему от несанкционированных управляющих воздействий и доступа посторонних лиц или программ к данным с целью хищения.

Угрозы безопасности информационных систем – это реальные или потенциально возможные действия или события, которые способны исказить хранящиеся в информационной системе данные, уничтожить их или использовать в каких-либо целях, не предусмотренных регламентом заранее.

Для оценки угроз информационной безопасности применяется понятие *информационных рисков* – это риски, которые возникают при эксплуатации информационных систем и применении информационных технологий. Информационные риски подразделяются на:

– риски, связанные с несанкционированным использованием данных, хранящихся в информационной системе третьими лицами, не имеющими разрешенного доступа;

– риски, связанные с техническим сбоем оборудования, программного обеспечения, средств передачи информации.

Работа по минимизации ИТ-рисков заключается в предупреждении несанкционированного доступа к данным, а также аварий и сбоев оборудования и программного обеспечения.

Для минимизации информационных рисков применяют следующие решения:

– SWOT-анализ возможных причин появления информационных рисков;

– усовершенствование применяемых информационных технологий или разработка новых;

– правовое и техническое обеспечение защиты информационного продукта, а также продуктов интеллектуальной собственности.

1.9. Программные средства реализации информационных систем

Многообразие программных средств обеспечения современных информационных технологий может быть разбито на две большие группы:

а) системные программные средства;

б) прикладные программные средства.

К *системным* программным средствам относятся:

– операционные системы;

– операционные оболочки;

– операционные среды.

Прикладные программные средства:

1) программные средства управления общими процессами независимо от их специализации;

2) специальные профессионально ориентированные программные средства, направленные на решение узкоспециализированных управленческих задач. В эту группу программ входят:

– текстовые редакторы;

– электронные таблицы;

– деловая и презентационная графика;

– системы управления базами данных;
– программы-планировщики;
– программы электронной почты;
– интегрированные программные пакеты;
– географические информационные системы;
– системы автоматизированного проектирования и др.

2. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ

2.1. Понятие географической информационной системы, геоинформационные технологии

Географические информационные системы (ГИС) – это программно-технические комплексы, управляемые коллективом специалистов и предназначенные для работы с цифровыми моделями пространственных объектов процессов и явлений [4].

Геоинформационные технологии – это технологии создания географических информационных систем, позволяющие реализовать их функции.

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

Результатом геомоделирования является новый информационный продукт, который является моделью пространственного объекта, процесса или явления, представленного в цифровом виде. Создаваемые модели могут описывать как существующие элементы реальности, так и прогнозные сценарии различных событий. Именно поэтому геомоделирование нашло широкое применение в планировании использования земельных ресурсов, в анализе кадастровой информации, а также в градостроительстве.

2.2. Структура ГИС

Основные системы, формирующие структуру ГИС, представлены на рис. 1.

Как видно из рис. 1, геоинформационная система ориентирована на обработку разнородной пространственной информации благодаря наличию подсистем, которые работают как с графическими, так и с атрибутивными данными. Основное отличие геоинформационных систем от компьютерных программ графических редакторов заключается в наличии инструментария

по хранению и обработке атрибутивной (семантической) информации по пространственным объектам.

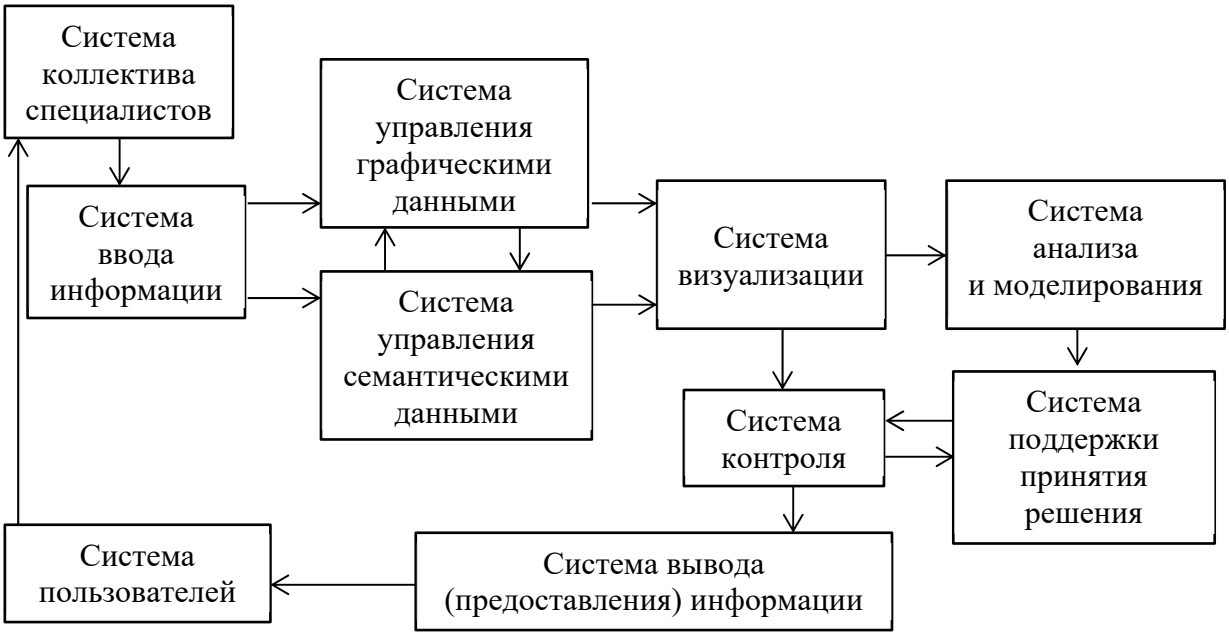


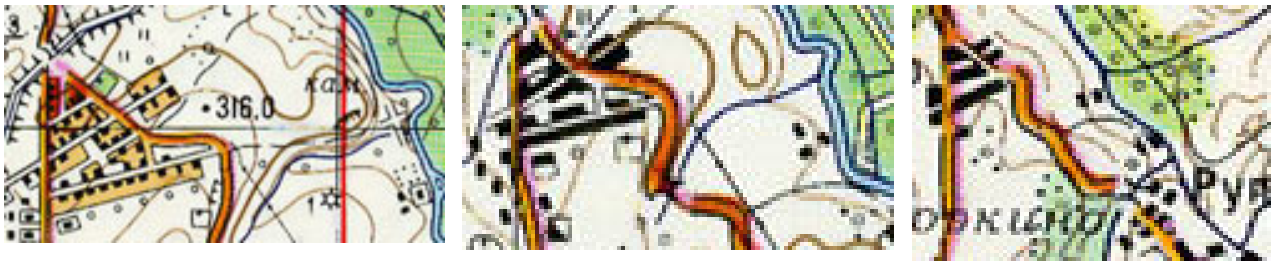
Рис. 1. Структура ГИС

Также стоит отметить, что любая геоинформационная система имеет функционал, который может быть использован для решения задач пространственного анализа и геомоделирования. Это свойство ГИС позволяет использовать подобные системе в качестве автоматизированных систем поддержки принятия решений [6].

2.3. Генерализация и абстракция в геоинформационном моделировании

ГИС обрабатывают разнообразные данные об объектах, процессах и явлениях, а также о формах и связях между ними. Для того чтобы полностью отобразить геообъекты реального мира и все их свойства в виде цифровой модели, понадобилась бы бесконечно большая по объему информации и по стоимости конечного информационного продукта база данных. Поэтому для обеспечения эффективных механизмов ввода информации в геоинформационную систему применяют приемы генерализации и аб-

стракции. Эти приемы позволяют свести множество данных к конечному объему, легко поддающемуся анализу, управлению и хранению. Пример картографической генерализации пространственных данных приведен на рис. 2.



а) *б*) *в*)

Рис. 2. Пример картографической генерализации топографических данных в зависимости от масштаба картографического изображения:

а) масштаб 1 : 50 000; *б*) масштаб 1 : 100 000; *в*) масштаб 1 : 200 000

Картографическая генерализация – это отбор и обобщение изображаемых на карте объектов соответственно ее назначению, масштабу, содержанию и особенностям картографируемой территории.

Принципы и методы картографической генерализации кадастровой информации разработаны и успешно применяются для создания карт и планов различных масштабов [7]. При этом часть производственных работ по созданию картографического материала более мелкого масштаба по исходному более крупному масштабу практически полностью автоматизирована [8–11].

Абстракция – мысленное отвлечение и обособление от тех или иных сторон, свойств или связей объектов и явлений, которые не имеют важного, критического значения для создаваемого информационного продукта. В результате абстракции выделяются только существенные для решения информационной задачи признаки объекта, процесса или явления (рис. 3).

Генерализация и абстракция достигается применением моделей, сохраняющих основные свойства объектов исследования и не содержащих второстепенных свойств. Первым этапом разработки ГИС или технологии ее применения является обоснование выбора моделей данных для создания информационной основы ГИС. Все существующие карты, в том числе

и цифровые, отображают только генерализированную и подвергнутую абстракции картину реальности. Процесс абстракции и генерализации пространственной информации для создания цифровой модели представлен на рис. 4.

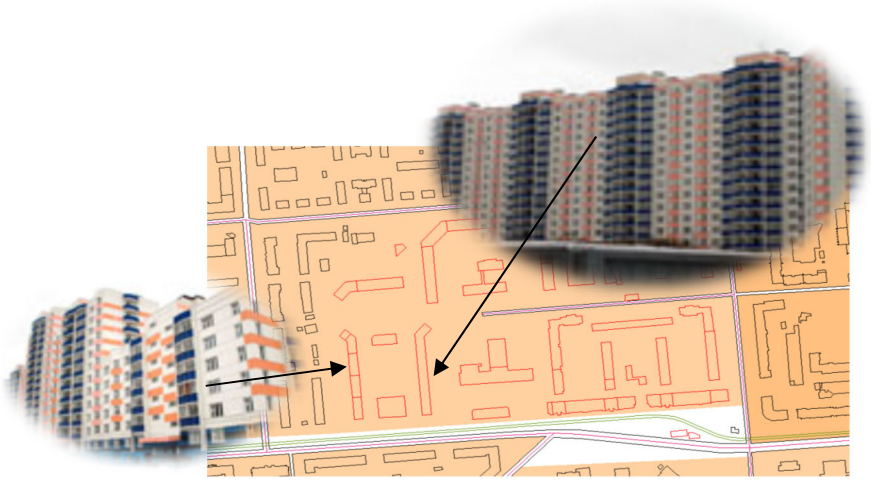


Рис. 3. Пример применения к пространственным данным процедуры абстракции

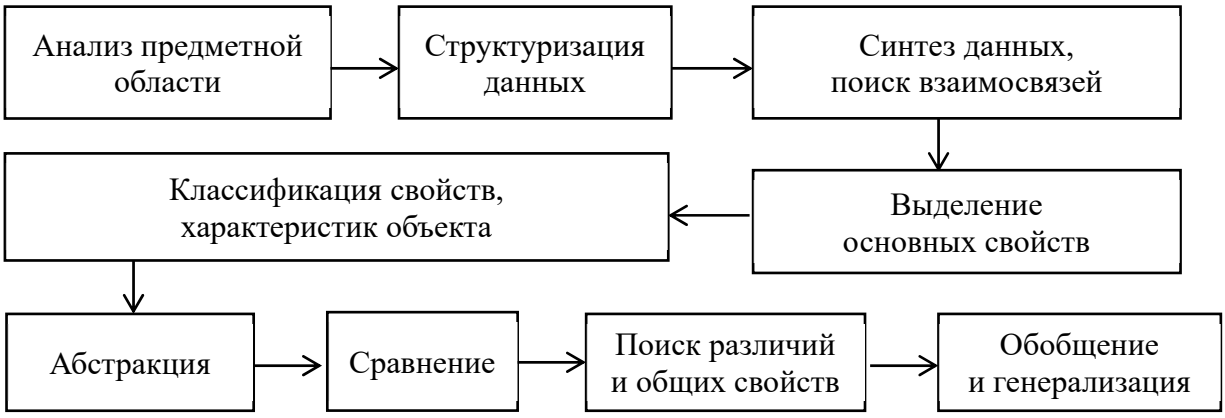


Рис. 4. Процесс абстракции и генерализации пространственной информации для создания цифровой модели

В результате применения генерализации и абстракции создаются структурированные наборы пространственных данных, которые впоследствии объединяются в базы данных. При этом первичные, неструктуриро-

ванные данные также обладают высокой ценностью, так как в последующем могут быть использованы как для расширения существующих баз данных по каким-либо новым параметрам, так и для решения новых информационно-поисковых задач.

2.4. Геоинформационная модель

Геоинформационная модель территории является абстрактной цифровой моделью пространственных объектов, процессов и явлений. Чем детальнее создается модель, тем больше ресурсов компьютерной техники требуется для ее обработки, хранения и представления. Для частичного решения проблем, связанных с созданием детальных цифровых моделей, используются технологии «больших данных» и «облачных хранилищ информации».

Представление пространственных данных – способ цифрового описания пространственных объектов – подразделяют на следующие виды [11–13]:

– векторное представление (векторно-топологическое представление и векторно-нетопологическое, или модель «спагетти»);

– растровое представление, регулярно-ячеистое представление;

– квадродерево (квадротомическое представление).

Карты, цифровые модели пространства призваны передавать и оперативно визуализировать основные свойства геопространства [14]. Вместе с тем интеграция информационных ресурсов геоинформационных систем и хранилищ информации «больших данных» позволяет выполнять процессы анализа, синтеза, математического моделирования данных с получением нового информационного продукта.

Первым этапом разработки ГИС или технологии ее применения является обоснование выбора моделей данных для создания информационной основы ГИС. Модели объектов ГИС, хранящихся в пространственных базах данных, состоят из более простых частей, которые принято называть моделями данных. Модели данных в ГИС имеют сложную многоуровневую структуру, в которой нижние уровни состоят из элементарных (атомарных) моделей данных. Из элементарных моделей конструируются более сложные. Наглядно многоуровневую структуру геоинформационной модели данных можно продемонстрировать на рис. 5.

Рис. 5. Многоуровневая структура геоинформационной модели данных

Показаны разные классификационные признаки многоуровневой структуры геоинформационной модели данных [15]:

– послойное (пообъектное) представление;

– использование простых, шаблонных, базовых моделей для создания сложных пространственных объектов;

– использование конечного набора пространственных примитивов (точка, линия, полилиния, полигон и т. д.), а также их визуальных атрибутов.

Конструирование, или проектирование сложных моделей на основе более простых, зависит от выбора структуры сложной модели, от типа связей в сложной модели и от качественных характеристик элементарных моделей.

3. МОДЕЛИ ДАННЫХ

3.1. Предметная область и информационные единицы модели данных

Предметной областью модели данных называется подмножество (часть реального мира), на котором определяется набор данных и методов манипулирования с ними для решения конкретных задач или исследований.

Информационными единицами организации моделей и структур данных являются:

1) знак – элементарная единица информации, являющаяся реализацией свойств объекта в заранее заданной, структурно-организованной знаковой системе;

2) тип – совокупность моделей или объектов, объединенная общим набором признаков, или класс подобных знаков (символьное, вещественное, целое и т. п.);

3) типизация – объединение данных по набору заданных признаков или выделение из множества данных тех, которые удовлетворяют заданным критериям (или признакам);

4) сущность – элемент модели (совокупность атрибутов и знаков), описывающая законченный объект или понятие;

5) атрибут – элементарные данные, описывающие свойства сущностей; атрибут данных – свойство данных;

6) запись данных – формализованное представление сложной информационной модели без описания ее структуры. Запись может быть логической и физической:

– запись логическая – информационная единица, соответствующая одному шагу обработки информации;

– запись физическая – порция информации, которая является единицей обмена данными между внутренней и внешней памятью электронно-вычислительной машины (ЭВМ).

3.2. Базовые модели данных в ГИС

При проектировании структуры и содержания геоинформационной системы могут применяться следующие модели данных [16, 17]:

– инфологическая модель;

– иерархическая модель;

– квадратомическое дерево;

– реляционная модель;

– модель данных «сущность – связь»;

– сетевые модели.

Инфологическая модель дает формализованное описание проблемной области информационной системы независимо от структур данных. Инфологическая модель использует естественные для человека концепции отображения реального мира.

Инфологическая модель строится на описании объекта и связанных с ним событий: возникновение, исчезновение и изменение как всего объекта, так и отдельных его свойств. Моделируемые объекты могут быть простыми (атомарными) или составными.

Инфологическая модель выделяет три категории фактов: *истинные, значимые и ложные.*

Инфологическая модель предполагает появление какого-либо события с определенной долей вероятности.

Цель инфологического моделирования — формализация объектов реального мира предметной области и методов обработки информации в соответствии с поставленными задачами обработки и требованиями представления данных естественными для человека способами сбора и представления информации.

Основными компонентами инфологической модели являются:

– описание предметной области;

– описание методов обработки;

– описание информационных потребностей пользователя.

Компоненты инфологической модели представлены на рис. 6.

Инфологическая модель носит описательный характер. В силу некоторой произвольности форм описания в настоящее время не существует об-

щепринятых способов ее построения. Используют аналитические методы, методы графического описания, системный подход, системный анализ [17]. Инфологическая модель данных в ГИС представлена на рис. 7.

Рис. 6. Компоненты инфологической модели

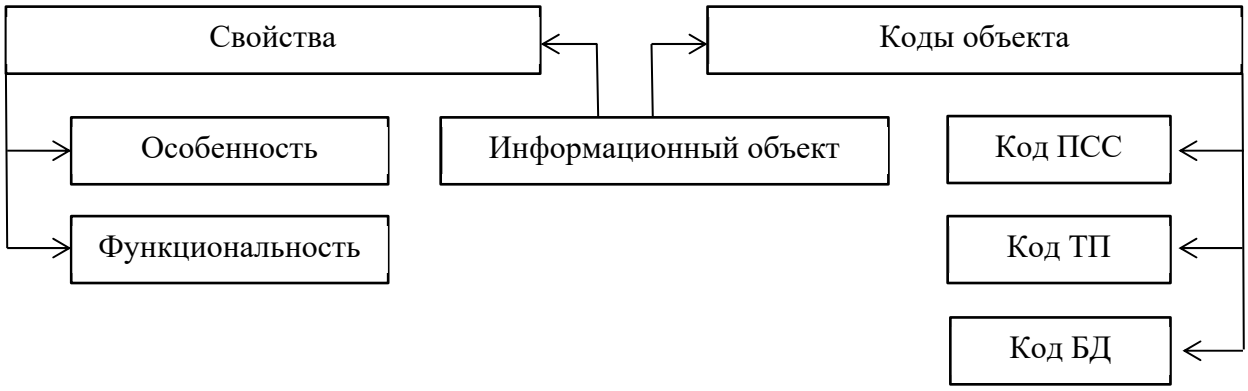


Рис. 7. Инфологическая модель информационного объекта ГИС

Код ПСС – код причинно-следственной связи; определяет взаимосвязи между объектами и служит для быстрого ограничения круга объектов, которые могут быть использованы при решении определенного класса управляющих задач.

Код ТП – код территориальной принадлежности; указывает на пространственно-координированную привязку объектов, также может быть использован при необходимости определения основных свойств территории по расположенным на ней объектам.

Код БД – код, указывающий на принадлежность информационного объекта к конкретной области знаний или базе данных, аккумулирующей информацию по объектам одного класса, или группе разнородных объектов, оказывающих взаимное влияние на другой объект.

Даталогическая модель ГИС – модель логического уровня описания геоинформационной системы, состоящая из логических записей и отображения связей между ними без детализации вида реализации информационной системы. Описание даталогической модели называют схемой.

Даталогическое проектирование – этап создания даталогической модели с реализацией для конкретной СУБД. Даталогическая модель учитывает различные уровни пользовательского доступа к системе и логику предоставления им данных.

Физическая модель ГИС – модель среды хранения данных физического уровня. Строится с учетом СУБД и на их основе, может рассматриваться как реализация датологической модели с описанием структуры и типа данных.

Трехуровневая архитектура, используемая для построения информационной системы и включающая инфологическую, даталогическую и физическую модели данных, позволяет обеспечить *независимость хранимых данных* от использующих их программ и изменяющегося количества пользователей.

Иерархическая модель – описывает связи между данными в виде жестких линий соподчинения, структурированно связи должны образовывать упорядоченное дерево. Одно из важных понятий для этой модели – уровень. Для описания разных уровней применяют понятия: «корень», «ствол», «ветви», «листья» и «лес,» что подчеркивает сходство структуры

модели со структурой дерева. Граф иерархической модели (ее схемное представление) включает два типа элементов: дуги и узлы (или записи). Дуги соединяют разные узлы между собой. Дуги, соответствующие функциональным связям, должны быть всегда направлены от корня в листья дерева, т. е. они являются ориентированным графом. Такая структурная схема называется иерархическим деревом определения.

Квадратомическая модель – один из видов иерархической структуры данных, используется для накопления и хранения географической информации. В этой структуре двухмерная геометрическая область рекурсивно подразделяется на квадранты.

Реляционная модель данных, разработанная британским ученым Эдгаром Франком Коддом в 1969–1970 гг. на основе математической теории отношений, опирается на систему понятий, важнейшие из которых – «таблица», «отношение», «строка», «столбец», «первичный ключ», «внешний ключ», «домен». Доменом называется совокупность значений, не повторяющихся в одном столбце. Такая модель положена в основу так называемых электронных таблиц – специализированных баз данных.

Таблица состоит из строк и столбцов и имеет имя, уникальное внутри базы данных, отражает тип объекта реального мира (сущность), а каждая ее строка – конкретный объект. Первичный атрибут отношения – это атрибут, присутствующий по крайней мере в одном ключе, все другие атрибуты непервичные. Взаимосвязь таблиц – важнейший элемент реляционной модели данных. Она поддерживается внешними ключами.

Для обработки данных, размещенных в таблицах, нужны дополнительные данные, например, описатели таблиц, столбцов и т. д. Их называют обычно метаданными. Метаданные также представлены в табличной форме и хранятся в словаре данных.

Модель данных «сущность – связь» дает представление о предметной области в виде объектов, называемых сущностями, между которыми фиксируются связи. Для каждой связи определено число связываемых ею объектов. На схеме сущности изображаются прямоугольниками, связи – ромбами. Число связываемых объектов указывается цифрой на линии соединения объекта и связи.

Появление моделей данных типа «сущность – связь» было обусловлено практическими потребностями проектирования баз данных для коммерческих СУБД. Такие модели имеют много общего с иерархическими и сетевыми моделями данных.

Сетевые модели дают представление о проблемной области в виде объектов, связанных бинарными отношениями «многие ко многим». В отличие от иерархических моделей, в сетевой модели каждый объект может иметь несколько «подчиненных» и несколько «старших» объектов.

Сетевые модели используют табличные и значительно чаще графовые представления. Вершинам графа сопоставляют некоторые типы сущности, представляемые таблицами, а дугам – типы связей.

Многие типы сетевых моделей данных используют для описания экономических и организационных систем.

3.3. Классификация задач геоинформационных систем

При создании геоинформационных систем и проектировании структуры используются методы классификационного анализа.

К задачам первого типа относятся те, в которых исходные измерения требуется разделить на устойчивые группы. Их называют задачами классификации без учителя, кластеризации, таксономии, *типизации.* Этот тип классификации основан преимущественно на полученных исходных данных. Задачи этого типа решаются разработкой классификации геоданных.

Задачи второго типа характеризуются тем, что исходные данные уже сгруппированы и требуется оценить их *информативность* (значимость) относительно совокупности известных эталонов. Такого рода задачи встречаются при распознавании образов, дешифрировании снимков, экспертном анализе и т. д.

Задачи третьего типа — задачи *разбиения.* В них исходные измерения или их функции требуется разбить на устойчивые группы в зависимости от их величины. К таким задачам относятся специализированные расчеты, связанные анализом статистических данных для целей экологических, гидрологических, геологических и других исследований. Также здесь могут быть решены задачи, касающиеся рационализации землепользования, оптимизации хозяйственной деятельности.

Задачи четвертого типа – это процессы. В них выполняются анализ и классификация процедур преобразования информации, т. е. решаются основные технологические процессы геоинформационной системы.

Задачи пятого типа – структурно-аналитические. С их помощью производятся анализ и классификация аналитически-логических связей в системах, алгоритмах и программах. Основу такой классификации составляют методы структурного и системного анализа исходных данных.

3.4. Математическая интерпретация обработки информации в ГИС

Для математического описания и анализа циркуляции информационных потоков предлагается аналитическая модель ГИС. Схема данной модели представлена на рис. 8 [17].

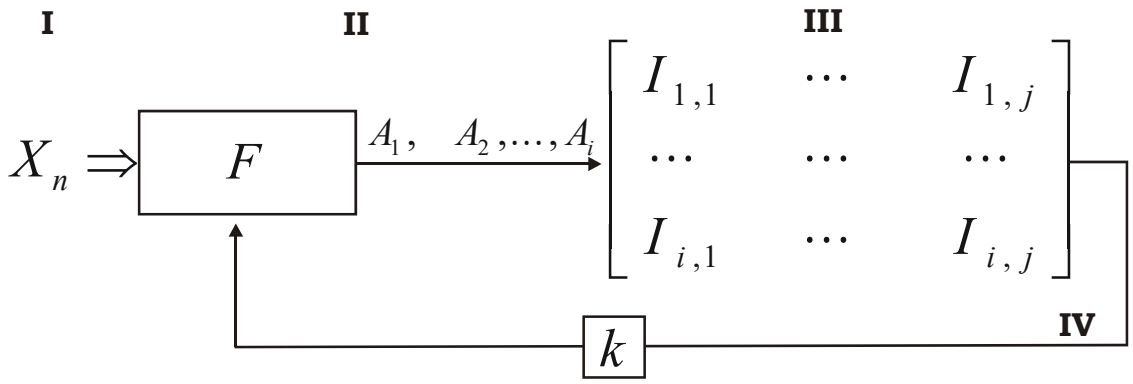


Рис. 8. Схема модели информационных потоков ГИС

На рис. 8: X_i, i = 1, 2, …, n – информационные фрагменты, исходные данные, полученные в процессе проведения комплекса работ по сбору информации; F – процесс обработки информации; A_1, A_2, …, A_i – виды работ; $I_{1,1}$, $I_{1,2}$, …, I_{ij} – информационный объект; k – критерий информативности исходных данных, показывает, в какой степени та или иная информация может быть использована для выполнения определенного вида работ.

Предложенная аналитическая модель состоит из четырех блоков: I – блок входных данных, II – блок методов обработки данных, III – блок, содержащий производную информацию, и IV – блок анализа и принятия управленческого решения.

4. БАЗЫ И БАНКИ ДАННЫХ, АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

4.1. Базы данных, классификация, проектирование

База данных – совокупность данных, организованных по определенным правилам, устанавливающим общие принципы описания, хранения и манипулирования данными.

Хранение данных в БД обеспечивает централизованное управление, соблюдение стандартов, безопасность и целостность данных, сокращает избыточность и устраняет противоречивость данных. БД не зависит от прикладных программ. Создание БД и обращение к ней (по запросам) осуществляется с помощью системы управления базами данных.

Существует множество классификаций баз данных по различным основаниям. БД *по модели данных* классифицируются на следующие виды: сетевые, реляционные, объектные, объектно-ориентированные, объектно-реляционные. *По технологии хранения* БД классифицируются на группы: БД во вторичной памяти (традиционные), БД в оперативной памяти, БД в третичной памяти. БД классифицируются *по содержимому*: географические, исторические, научные, мультимедийные и т. д. БД *по степени распределенности* классифицируются на следующие виды: централизованные (сосредоточенные), распределенные. Отдельное место в теории и практике занимают пространственные, временные и пространственно-временные БД.

Проектирование базы данных выполняется в несколько этапов:

1) *формулирование и анализ требований* – на этом этапе устанавливаются цели организации, определяются специфичные требования к базе данных, вытекающие из этих целей или сформулированные непосредственно управляющим персоналом организации.

Эти требования документируются в форме, доступной как конечному пользователю, так и проектировщику базы данных. Обычно при этом используется методика интервьюирования персонала различных уровней

управления и ведущих специалистов организации, участвующих в процессах производства, обслуживания и обработки данных.

В результате собеседований определяются информационные потоки, отображающие указанные процессы и их взаимодействие, а также вырабатывается однозначное представление о семантическом наполнении информационной модели;

2) *концептуальное проектирование* – описание и синтез разнообразных информационных требований пользователей в первоначальный проект баз данных. Результатом этого этапа является высокоуровневое представление информационных требований, например, такое как диаграмма «сущность – связь»;

3) *проектирование реализации* – создание СУБД-ориентированной схемы с использованием в качестве исходных данных результатов концептуального проектирования и требований к обработке информации;

4) *физическое проектирование – проектирование формата хранимых записей*: включает все виды представления и сжатия данных в хранимых записях, а также распределение элементов данных записи по различным участкам физической памяти в зависимости от размеров и характеристик их использования.

На рис. 9 показаны основные этапы проектирования базы данных, а также результаты проектирования на каждом этапе.

Проектирование БД для использования в геоинформационной системе имеет ряд особенностей [18]:

– описание пространственной привязки данных в виде отдельного объекта, граница (для площадного объекта) или положение (для точечного или линейного объекта) которого определяет приделы, внутри которых содержится информация, описывающая геопространство;

– визуализация объекта, информация по которому содержится в базе данных в виде определенного условного знака или обозначения на цифровой модели местности;

– классификация объектов, информация по которым содержится в базе данных на слои – совокупности однотипных объектов, принадлежащих к одному классу пространственных объектов.

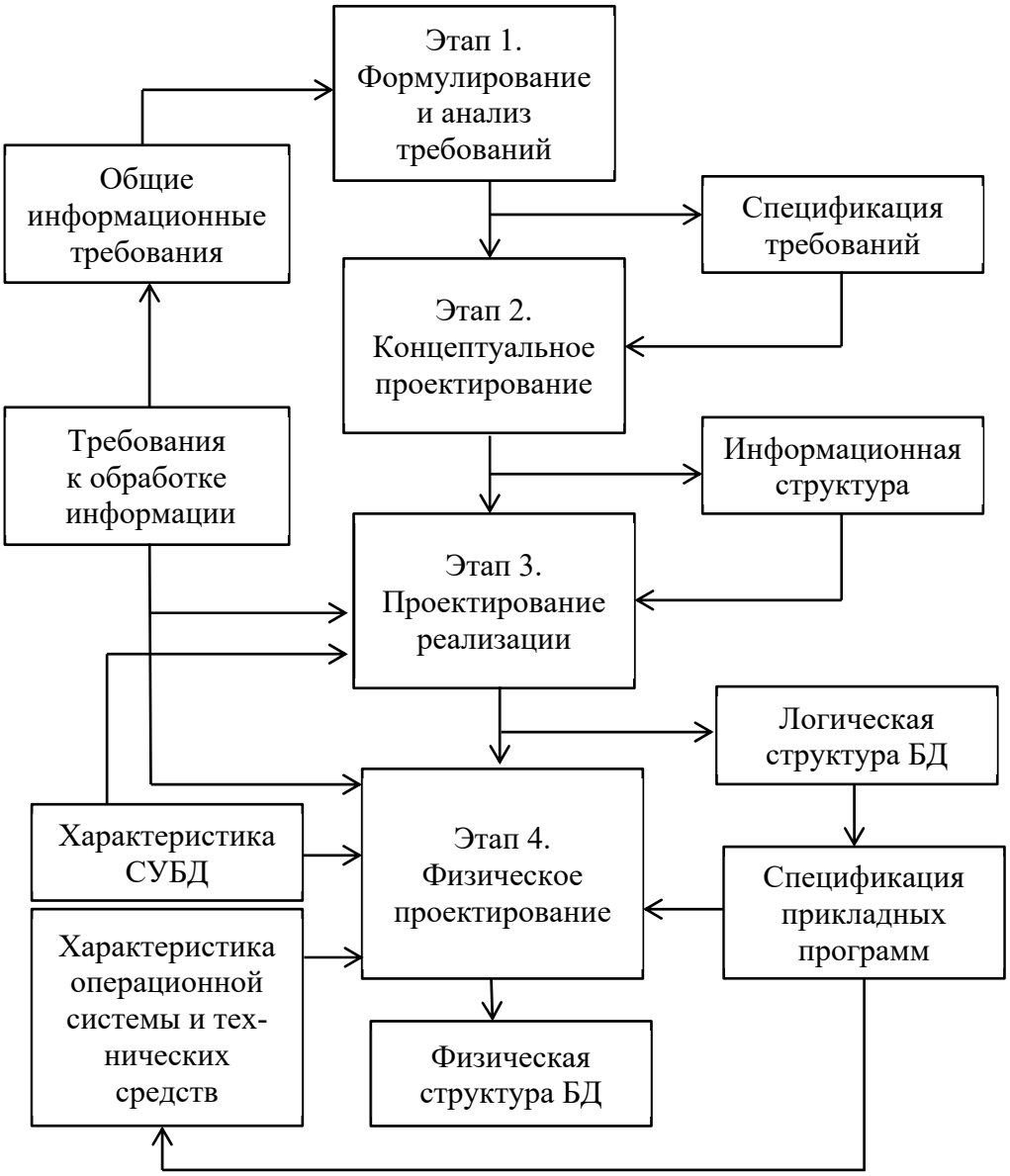


Рис. 9. Проектирование БД

В качестве примеров БД для целей использования в геоинформационных системах можно привести разработки сотрудников кафедры кадастра и территориального планирования СГУГиТ.

Геоинформационная база данных типов почв Новосибирской области [19]. База данных предназначена для информационного обеспечения инвентаризации объектов недвижимого имущества и обеспечивает предоставление актуализированной семантической и пространственной информации об объектах капитального строительства, а также хранение фотографий объектов.

Геоинформационная база данных зон затопления населенных пунктов Новосибирской области в результате сезонного паводка [20]. База данных предназначена для автоматизации работ по сбору, хранению и анализу наблюдений по развитию паводковой обстановки на территории населенных пунктов Новосибирской области, подверженных сезонному затоплению. База данных обеспечивает:

– систематизацию и хранение пространственно-временной информации по локализации зон затопления населенных пунктов в результате сезонного паводка;

– автоматизацию планирования и проведения противопаводковых мероприятий, а также работ, направленных на ликвидацию последствий затопления территории населенных пунктов;

– разработку перспективных планов защиты территории и планирования дальнейшего безопасного развития населенных пунктов;

– оценку количества объектов недвижимости в зонах затопления и выполнение прогноза величины материального ущерба;

– информационную основу выполнения работ по страхованию объектов недвижимости в зонах возможного развития чрезвычайных ситуаций, связанных с затоплением территории населенных пунктов.

БД ГИС Инвентаризация [21, 22]. База данных предназначена для автоматизации работ по планированию, организации и развитию сельскохозяйственного производства, а также для выполнения мониторинга состояния почвенного покрова и создания системы рационального использования земельных ресурсов субъекта Российской Федерации. База данных обеспечивает:

– предоставление инструмента автоматизированного обновления информации о состоянии почв, а также их плодородии;

– автоматизацию планирования и использования земельных ресурсов в сельском хозяйстве, а также в других направлениях хозяйственной деятельности;

– накопление и хранение информации о состоянии почв, выполнение мониторинговых исследований и создание прогнозных моделей изменения состояния почв по их основным характеристикам;

– оценку уровня рациональности в использовании земельных ресурсов и сохранения естественных природных свойств почв.

4.2. Банк данных, структура, схема функционирования

Банк данных (БнД) – информационная система централизованного хранения и коллективного использования данных. Содержит совокупность баз данных, СУБД и комплекс прикладных программ (ПП).

БнД называют локальным, если он размещен в одном вычислительном центре (ВЦ) или на одном компьютере; распределенные банки данных – это системы, объединенные под единым управлением и посредством компьютерной сети территориально разобщенных локальных БнД. Картографические банки данных именуются также банками цифровых карт (БЦК). Структура автоматизированного банка данных показана на рис. 10.

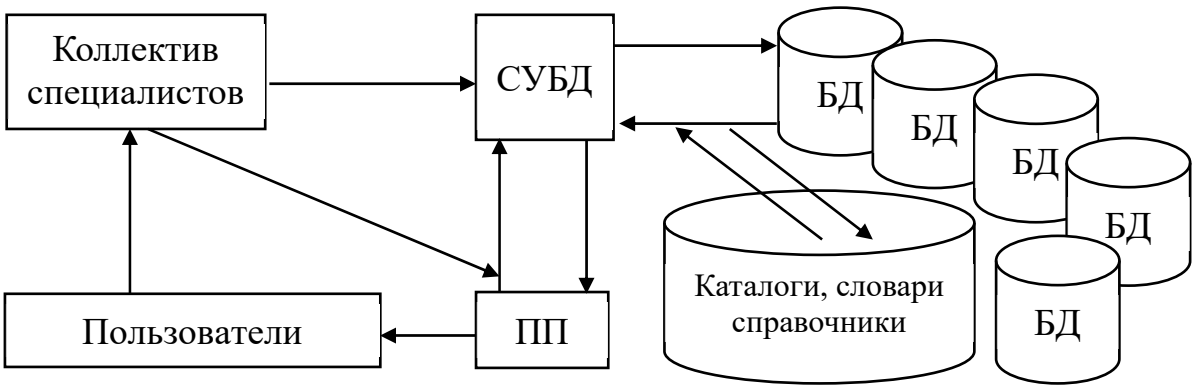


Рис. 10. Структура автоматизированного банка данных

При рассмотрении структуры автоматизированного банка данных картографической информации следует учитывать, что данные могут быть представлены как в растровом, так и в векторном виде.

БнД представляет собой сложную информационную систему, которая работает под управлением различных специалистов. Схема взаимодействия коллектива специалистов БнД показана на рис. 11.

Создание БнД по объектам недвижимости является важной государственной задачей. Современный ЕГРН реализует все основные функции БнД объектов недвижимости. Стоит отметить, что российский ЕГРН, самый большой в мире БнД, который по состоянию на 2021 год содержит информацию более чем о 61 млн. земельных участков на территории РФ, а также данные о 55 592 границах населенных пунктов.

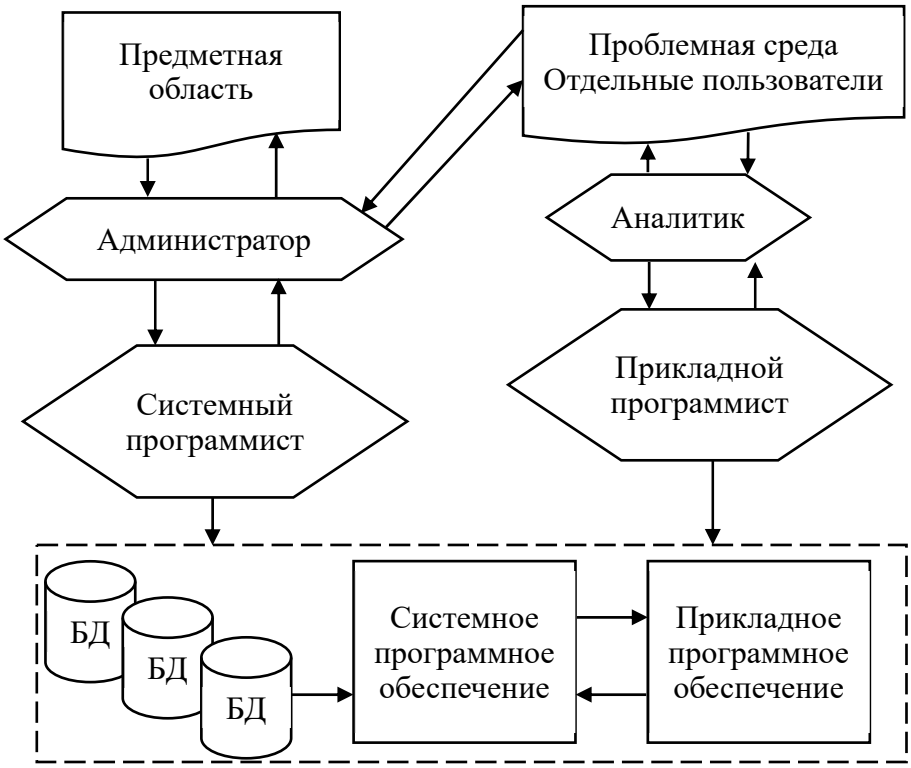


Рис. 11. Схема взаимодействия коллектива специалистов БнД

4.3. Система управления базами данных

Система управления базами данных – комплекс программ и языковых средств, предназначенных для создания, ведения и использования баз данных.

СУБД поддерживают, как правило, одну из трех наиболее распространенных моделей (схем) данных: реляционную (relational data model), иерархическую (hierarchical data model) или сетевую (network data model). Современные коммерческие СУБД относятся к реляционному типу. Необходимость хранения сложных данных, включающих видео, звук, привела к появлению объектно-реляционных СУБД.

В многопользовательских, многозадачных *операционных системах* СУБД обеспечивают совместное использование данных.

Языковые или иные средства СУБД поддерживают различные операции с данными, включая ввод, хранение, манипулирование, обработку *запросов*, поиск, выборку, сортировку, обновление, сохранение целостности и защиту данных от несанкционированного доступа или потери.

Большинство программных средств ГИС имеет механизмы импорта данных из наиболее распространенных СУБД, включая dBASE, Foxbase, Informix, Ingres, Oracle, Sybase и др.

4.4. Автоматизированные системы поддержки принятия решений

База знаний (БЗ) – совокупность знаний о некоторой предметной области, на основе которых можно производить рассуждения. БЗ является основной частью экспертных систем, где с ее помощью представляются навыки и опыт экспертов, разрабатывающих эвристические подходы в ходе решения проблем. Обычно БЗ представляет собой набор фактов и правил, формализующих опыт специалистов в конкретной предметной области и позволяющих давать на вопросы об этой предметной области ответы, которые в явном виде не содержатся в БЗ.

Искусственный интеллект (ИИ) – общее понятие, описывающее «способность вычислительной машины моделировать процесс мышления за счет выполнения функций, которые обычно связывают с человеческим интеллектом». Элементы ИИ реализуются в пространственно-аналитических и геомоделирующих функциональных модулях ГИС [24].

Экспертная система (ЭС) – система искусственного интеллекта, включающая в себя базу знаний с набором правил и механизмов, позволяющих на основании алгоритмов и предоставляемых пользователем фактов распознать ситуацию, поставить диагноз, сформулировать решение или дать рекомендацию.

Экспертные системы, интегрированные с геоинформационными системами и системами анализа и моделирования, образуют автоматизированные системы поддержки принятия решений (АСППР) [25].

Автоматизированные системы поддержки принятия решений (АСППР) – это комплекс взаимосвязанных моделей объектов, процессов и явлений, с соответствующей информационной поддержкой экспертных и интеллектуальных систем, включая опыт решения задач управления, и обеспечивающие участие коллектива экспертов в процессе выработки оптимального решения.

Схема функционирования АСППР показана на рис. 12.

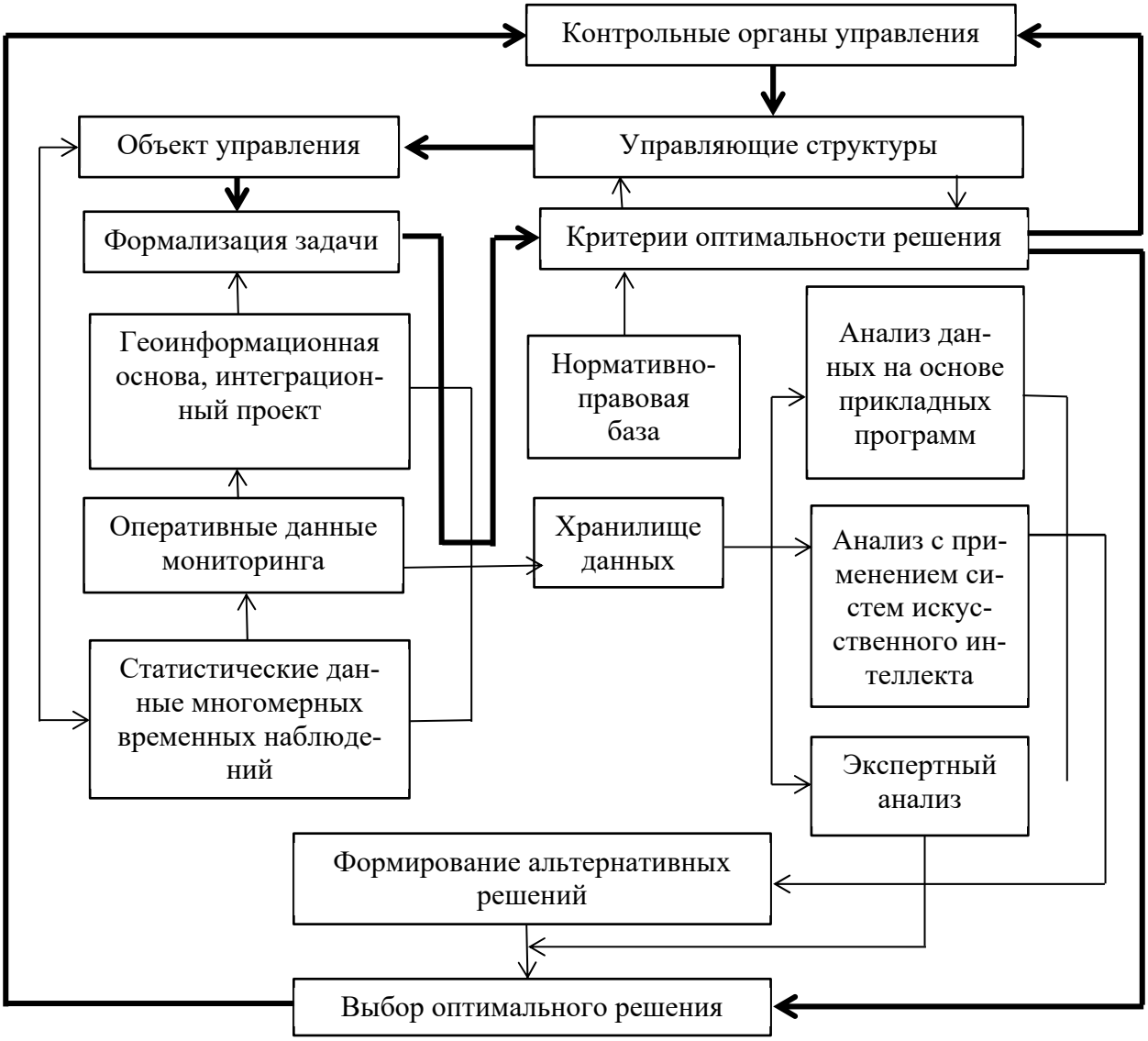


Рис. 12. Схема функционирования АСППР

На рис. 12 утолщенными линиями показан цикл операций по государственному контролю за состоянием «Объекта управления». Связующее звено между «Объектом управления» и «Управляющей структурой» может отсутствовать. Показателем отсутствия управляющего воздействия является постоянное ухудшение состояния «Объекта управления» и несоответствие его параметров «Критериям оптимальности». При этом «Контрольный орган управления» должен воздействовать на «Управляющие структуры» в соответствии с законодательством РФ.

АСППР включает целый ряд средств, объединенных общей целью – способствовать принятию рациональных и эффективных управленческих реше-

ний на базе диалоговой автоматизированной системы, использующей правила принятия решений и соответствующие модели с базами данных, а также интерактивный компьютерный процесс моделирования [26]. АСППР состоят из двух компонентов: хранилища данных и аналитических средств. Хранилище данных предоставляет единую среду хранения корпоративных данных, организованных в структурах, оптимизированных для выполнения аналитических операций. Аналитические средства позволяют конечному пользователю, не имеющему специальных знаний в области информационных технологий, осуществлять навигацию и представление данных в терминах предметной области. Для пользователей различной квалификации АСППР располагают различными типами интерфейсов доступа к своим сервисам.

4.5. «Большие данные» в решении задач кадастра

«*Большие данные*» – обозначение структурированных и неструктурированных данных огромных объемов и значительного многообразия [27]. Данный термин был введен американским ученым, доктором философии в области компьютерных наук Клиффордом Линчем в 2008 г. Основная задача, решаемая при использовании «больших данных», – это поддержка принятия решений [28].

Из характеристик, которые присущи «большим данным», можно отметить [29]:

– возможность хранения данных в компьютерной среде;

– постоянный рост объемов данных вследствие нового пополнения и неудаления;

– хранение данных в облачных хранилищах;

– возможность многопользовательского доступа к данным;

– объективность данных;

– при использовании «больших данных» их количество переходит в высокое качество новых, полученных при обработке данных результатов;

– результат цифровизации экономики и общества;

– использование «цифровых следов»;

– возможность ретроспективного анализа и прогнозного моделирования;

– высокую эффективность принимаемых на основе «больших данных» управленческих решений, рост рентабельности экономических расчетов, рациональность в использовании ресурсов.

Кратко охарактеризовать большие данные можно как «три V» (volume, velocity, variety) – объем, скорость, многообразие [30].

Источниками информации для формирования «больших данных» являются [27, 31, 32]:

– данные дистанционного зондирования Земли;

– данные специальных наблюдений, в том числе климатических, гидрометеорологических и др.;

– данные сенсорного типа;

– «Интернет вещей»;

– картографические базы данных и геоданные;

– базы данных государственных, научных, коммерческих организаций;

– данные социальных сетей;

– «цифровые следы» пользователей Интернета, платежных систем и т. п.;

– данные мобильных SMART-гаджетов, в том числе смартфонов.

Принципы, которые используют технологии «больших данных», заключаются в следующем [27, 32, 33]:

– параллельность процессов хранения и обработки данных, всегда существует исходный набор данных;

– доступ к данным со стороны программ обработки, без перемещения данных;

– «большие данные» поддаются процедуре геокодирования;

– применение искусственного интеллекта для обработки данных;

– переход от прогнозирования к планированию при использовании «больших данных»;

– динамическая обработка информации в режиме реального времени.

Применительно к решению задач в области кадастра «большие данные» могут быть применены в следующих направлениях работы Росреестра [26]:

– поиск и выявление нарушений в области землепользования, автоматизация процедур государственного земельного надзора и планирования профилактических мероприятий;

– кадастровая оценка объектов недвижимости, формирование фонда данных государственной кадастровой оценки;

– выявление неэффективно используемых земельных участков;

– государственный мониторинг земель;

– землеустроительные мероприятия;

– государственная экспертиза проектов;

– обновление картографо-геодезического обеспечения, в том числе единой электронной картографической основы;

– формирование национальной инфраструктуры пространственных данных и федерального фонда пространственных данных [34, 35];

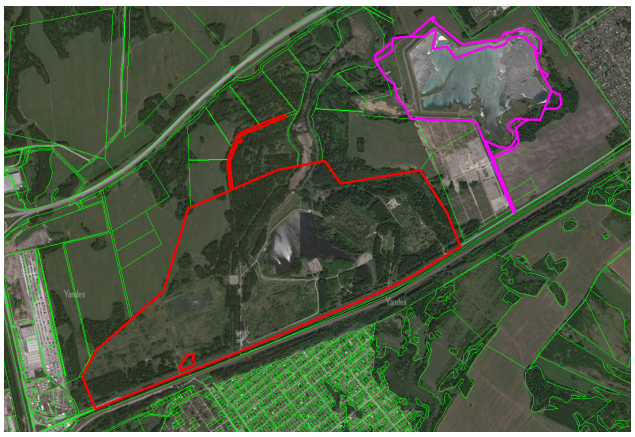
– информационное обеспечение государственных программ экономического и инновационного развития;

– информационное обеспечение мониторинга международной деятельности в области рационального землепользования.

«Большие данные» являются инновационным инструментом информационного обеспечения решения задач связанных с территориальным и стратегическим планированием, градостроительством, экономическим и социальным развитием, повышением эффективности использования земельных ресурсов.

4.6. Применение баз данных при геоинформационном анализе зон накопления экологического вреда

Зоны накопления экологического вреда – это сформировавшиеся с течением времени устойчивые к внешним воздействиям антропогенные загрязнители окружающей природной среды, локализованные в пределах обособленного участка местности, отличающегося определенным набором природных и техногенных признаков. Для пространственной локализации зоны накопления экологического вреда можно воспользоваться предложенной ранее технологией определения границ геопространства чрезвычайной ситуации (ГЧС) [36]. Например, это может быть земельный участок, на котором захоронены промышленные отходы, расположены золошлакоотвалы теплоэлектростанций, отстойники предприятий химической промышленности или обогатительных фабрик, хвостохранилища (рис. 13).



Земельные участки с накопленным экологическим вредом:

– земельный участок для размещения хвостохранилища Новосибирского завода химконцентратов;

– земельные участки для золошлакоотвала и для расширения золоотвала № 3 Новосибирской ТЭЦ-4 ЗАО «Новосибирскэнерго»

Рис. 13. Пример земельных участков с накопленным экологическим вредом

Зоны накопления экологического вреда представляют собой опаснейшее явление, так как экологическая емкость территории, где они располагаются, может быть в любой момент превышена, и произойдут необратимые экологические изменения. Особый контроль должен быть организован в зонах накопления экологического вреда, где по показателям вредных выбросов нет превышений предельно допустимой концентрации, однако эти выбросы происходят ежедневно. При этом концентрация в почве вредных химических веществ постоянно увеличивается. Примером могут служить территории жилых зон, прилегающие к дорожно-транспортным развязкам, на которых наблюдается постоянный повышенный дорожный трафик, или автодорога, где возникают постоянные автомобильные пробки. Также подобные зоны образуются в результате выбросов теплоэлектроцентрали (ТЭЦ) и их выпадения далеко за пределами ТЭЦ. Преобладающее направление ветра приводит к тому, что происходит перенос загрязняющих веществ постоянно на одну и ту же территорию. Подобного рода экологические проблемы, вызванные высокой концентрацией вредных загрязняющих веществ в пределах ограниченной территории, моделируются, а также картографируются с использованием геотехнологий, и геоинформационных систем, входят в состав геоинформационной основы (ГИО) территории [37]. Геоинформационный мониторинг (ГИМ) проводится с применением автоматизированных средств сбора информации и обработки данных в геоинформационных системах. На рис. 14 представлены особенности системы

ГИМ по учету трансграничного влияния зон накопления экологического вреда.

Рис. 14. Организация системы геоинформационного мониторинга зон накопления экологического вреда на трансграничных территориях

В качестве примера территории, на которой длительное время образовывались зоны накопления экологического вреда, оказывающие трансграничное влияние, можно рассмотреть Семипалатинский ядерный испытательный полигон (СЯИП). По результатам работы системы геоинформационного мониторинга территории, загрязненной в результате выбросов с СЯИП, составлена карта зон накопления экологического вреда на трансграничных территориях (рис. 15). Радиоактивные выбросы распространялись и аккумулировались в течение 40 лет на территории Казахстана,

а также нескольких регионов России: Алтайского края, Республики Алтай и Кемеровской и Новосибирской областей. Особую опасность представляет собой тот факт, что радиационное загрязнение увеличивалось на протяжении всего времени эксплуатации полигона. На полигоне было произведено около 500 ядерных взрывов. В результате такого продолжительного воздействия более 1,3 млн человек получили радиационное облучение, а огромные по площади территории были загрязнены, причем можно говорить о накопительном характере экологического загрязнения [38].

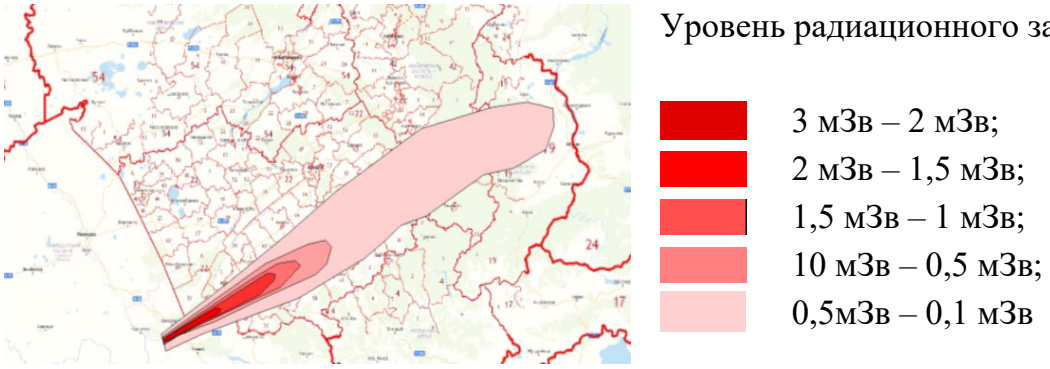


Рис. 15. Карта зон накопления экологического вреда в результате распространения радиоактивных выбросов с Семипалатинского ядерного испытательного полигона

Полученные данные могут быть использованы для проведения мониторинговых исследований, уточнения уровня радиационного загрязнения территории, разработки планов рекультивационных мероприятий. Кроме того, цифровые модели зон накопления экологического вреда могут быть использованы для корректировки кадастровой стоимости земельных участков, а именно ее снижения из-за экологического загрязнения [39].

Еще одним ярким примером трансграничного характера экологического загрязнения является авария на Чернобыльской атомной станции (АЭС). Эта авария является крупнейшей техногенной катастрофой в истории человечества. Самым опасным последствием аварии явилось радиационное загрязнение земель. Огромные территории как Украины, так и смежных государств были загрязнены выбросами с аварийной атомной станции. В радиусе 30 км от атомной станции была установлена зона отчуждения,

где полностью запрещено проживание населения. Однако как в зоне отчуждения, так и сразу за ее пределами продолжает проживать население. Как и в примере с территорией, загрязненной радиацией с Семипалатинского ядерного испытательного полигона, для территорий в зоне отчуждения Чернобыльской АЭС и прилегающих к ним землям применим термин «вынужденное проживание населения» [38]. По данным радиационных измерений, при оценке последствий Чернобыльской аварии были установлены следующие площади загрязнения: на территории Украины было загрязнено 7 % территории (42 000 км^2), на территории Белоруссии 24 % (47 000 км^2), на территории России 0,3 %, что составило более 60 000 км^2. В результате аварии только на территории России пострадали 3 млн человек [40].

Система геоинформационного мониторинга трансграничных территорий, направленная на установление зон накопления экологического вреда, должна стать инструментом информационной поддержки мероприятий по обеспечению безопасности населения, которое вынуждено проживать на техногенно-загрязненных землях. При этом система геоинформационного мониторинга позволяет решить следующие задачи:

– создать точные модели границ зон накопления экологического вреда и произвести ранжирование уровня загрязнения;

– на основании комплексного анализа и исследования территории построить прогнозную модель миграции загрязнения в результате многосредового обмена;

– определить план перспективного вовлечения земельных ресурсов в хозяйственный оборот после снижения уровня загрязнения и проведения рекультивационных мероприятий.

Избежать воздействий на трансграничные территории природных и антропогенных факторов невозможно. Сложившаяся в определенной местности на каком-либо участке земной поверхности или же территории водных объектов неблагоприятная экологическая обстановка при всех усилиях со стороны человека не может быть полностью локализована и ограничена административными или государственными границами. Планета Земля является единым пространством обитания всего человечества. В этой связи необходимо предпринять меры по объединению мирового сообщества для решения как общепланетарных задач, так и част-

ных вопросов, касающихся экологического состояния окружающей среды на конкретных, локальных участках. В этом направлении за всю историю формирования экологического права сделано многое. Одним из примеров является Договор о всеобъемлющем запрещении ядерных испытаний, открытый для подписания 24 сентября 1996 г. Однако этот договор до сих пор не ратифицирован США, Китаем и Израилем. Несомненно, что, несмотря на отказ некоторых стран в сотрудничестве, Россия должна и дальше развивать и поддерживать международное взаимодействие в отношении охраны окружающей природной среды и недопущения появления новых зон накопления экологического вреда, оказывающих трансграничное воздействие.

Угроза радиационного загрязнения является очень актуальной для территорий сопредельных государств. Например, в настоящее время весь мир существенно обеспокоен заявлениями Японии по сбросу загрязненной радионуклидами воды в Мировой океан, которая была использована для охлаждения реакторов ядерной станции «Фукусима». При этом оценки специалистов разнятся. По некоторым данным, сброс такого объема радиационной воды приведет к существенному загрязнению Мирового океана, а также попаданию радионуклидов в пищевые цепочки.

4.7. Геоинформационная база данных по сведениям о площадках накопления твердых коммунальных отходов

Работы по созданию «Геоинформационной базы данных по сведениям о площадках накопления твердых коммунальных отходов на территории города Новосибирска» включают следующие этапы [41]:

– геоинформационный анализ местоположения и сбор данных о площадках накопления твердых коммунальных отходов на территории г. Новосибирска;

– геоинформационный анализ размещения и сбор данных о контейнерах для раздельного сбора (накопления) отходов на территории г. Новосибирска;

– разработка структуры геоинформационной базы данных о площадках накопления твердых коммунальных отходов;

– внесение данных в геоинформационную базу данных;

– анализ корректности геоинформационной базы данных о площадках накопления твердых коммунальных отходов на территории г. Новосибирска;

– описание технологических особенностей программной реализации геопортальной технологии по инвентаризации пункты накопления твердых коммунальных отходов (ПНТКО);

– разработка предложения по совершенствованию системы мониторинга состояния полигонов твердых коммунальных отходов и размещения площадок накопления твердых коммунальных отходов на территории частного сектора города Новосибирска.

При формировании реестра мест (площадок) накопления твердых коммунальных отходов осуществляется контроль корректности и актуальности сведений по этим объектам. При разработке геоинформационной базы данных по сведениям о характеристиках площадок накопления твердых коммунальных отходов на территории г. Новосибирска был выполнен анализ следующей информации: местоположение объекта, площадь, принадлежность объекта к муниципальной территории, наличие контейнеров для раздельного сбора (накопления) отходов, перечень оборудования, владелец объекта. Пространственное местоположение ПНТКО, оборудованных сетками для раздельного сбора мусора, было уточнено, так как до выполнения работ по этим объектам была только адресная информация (рис. 16).

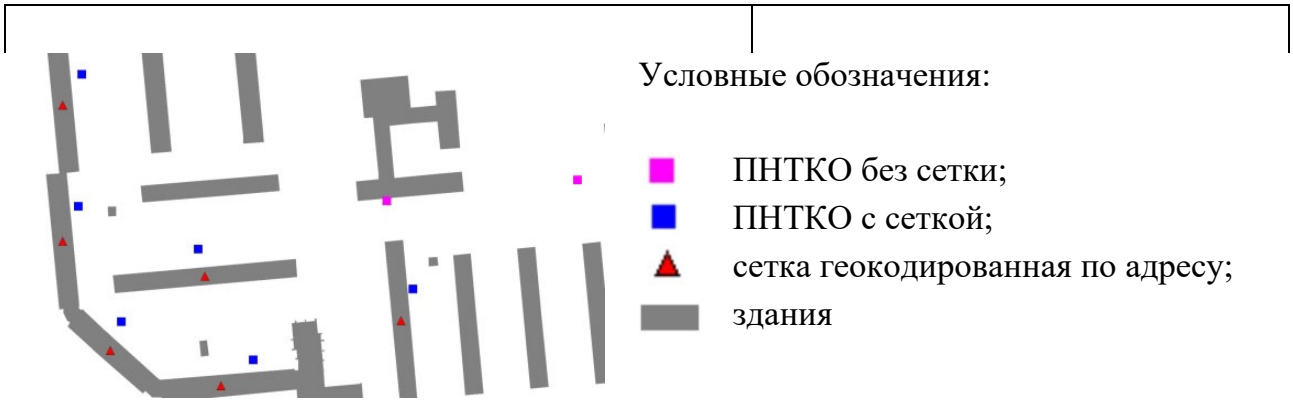


Рис. 16. Пример корректуры местоположения сеток
для раздельного сбора мусора с учетом адресной информации
и расположения стационарной ПНТКО

Геоинформационная база данных также содержит и графические объекты, характеризующие ПНТКО на территории города. При выполнении работ в геоинформационной системе была создана цифровая модель размещения мест (площадок) накопления твердых коммунальных отходов, совмещенная с кадастровым планом территории и проектом планировки и застройки (рис. 17) [42, 43].

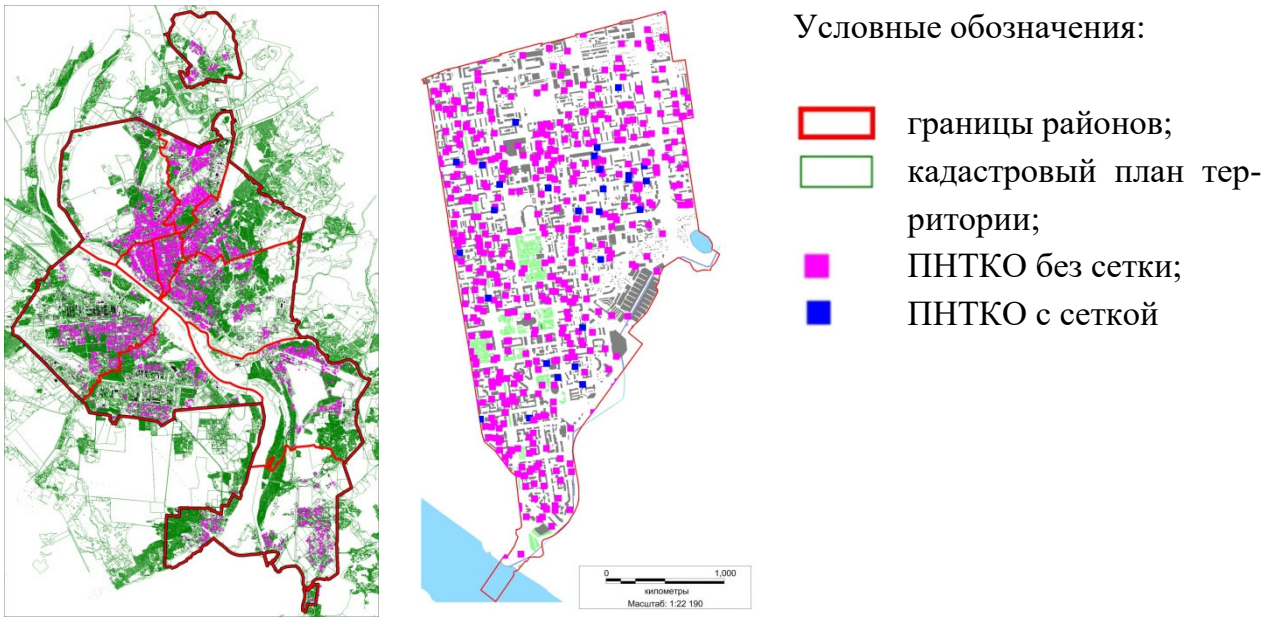


Рис. 17. Цифровая модель размещения ПНТКО

Геоинформационная база данных ПНТКО содержит следующие сведения [44, 45]:

– район города;

– адрес нахождения места накопления ТКО (адресный ориентир), а именно: тип улицы, наименование улицы, номер дома;

– географические координаты места накопления ТКО;

– сведения о покрытии места (площадки) накопления ТКО;

– площадь места (площадки) накопления, м^2;

– обслуживающая место (площадку) накопления ТКО организация;

– фактически установленное оборудование, а именно: количество контейнеров (или урн), шт.; объем каждого из контейнеров (или урн), м^3; количество бункеров, шт.; объем каждого из бункеров, м^3;

– планируемое к установке (дополнительно) оборудование, а именно: количество контейнеров (или урн), шт.; объем каждого из контейнеров (или урн), $м^3$; количество бункеров, шт.; объем каждого из бункеров, $м^3$;

– для владельцев места (площадки) накопления ТКО – юридических лиц: полное наименование, ОГРН, фактический адрес;

– для владельцев места (площадки) накопления ТКО – индивидуальных предпринимателей: фамилия, имя, отчество, адрес регистрации по месту жительства;

– для владельцев места (площадки) накопления ТКО – физических лиц: фамилия, имя, отчество, данные паспорта гражданина РФ или иного документа, удостоверяющего личность (вид документа, серия, номер, дата выдачи, регистрирующий орган), адрес регистрации по месту жительства, контактные данные (телефон);

– сведения об одном или нескольких объектах капитального строительства (ОКС), территории (части территории), при осуществлении деятельности на которых у физических лиц образуются твердые коммунальные отходы (ТКО);

– сведения об одном или нескольких ОКС, территории (части территории), при осуществлении деятельности на которых у юридических лиц и индивидуальных предпринимателей образуются ТКО;

– наличие на площадке отсека для накопления крупногабаритных отходов;

– наличие выкатных контейнеров;

– нахождение площадки на муниципальной территории;

– наличие на площадке контейнеров или сетки для раздельного накопления отходов.

Геоинформационная база данных, по сведениям о площадках накопления твердых коммунальных отходов на территории г. Новосибирска, является новым информационным продуктом, содержащим информацию о качественных, количественных и пространственных характеристиках мест (площадках) накопления твердых коммунальных отходов. Благодаря возможности совмещения данных о местах (площадках) накопления твердых коммунальных отходов с электронной картой города появляется новый оригинальный геоинформационный продукт, позволяющий проектировать

создание и требования к содержанию мест (площадок) накопления твердых коммунальных отходов, включая логистические задачи по организации вывоза отходов. Благодаря размещению геоинформационной базы данных по сведениям о площадках накопления твердых коммунальных отходов на территории г. Новосибирска в сети Интернет в виде общедоступного информационного ресурса возможно создание нового подхода к организации экологического воспитания и формирования экологической культуры в области обращения с твердыми коммунальными отходами у населения [46].

Перспективными исследованиями является обоснование необходимости создания мусороперерабатывающих заводов и сокращения площади полигонов ТКО, а также ПНТКО на территории города. В условиях уплотняющейся городской застройки, нехватки рекреационных зон, ухудшения качества городской среды, рациональное планирование пространства населенного пункта с минимизацией площадей, занятых ПНТКО, является важной задачей для специалистов в области градостроительства, экологии, кадастра и территориального управления.

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ ПО ТЕОРИИ КУРСА «ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ: БАЗЫ И БАНКИ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ДАННЫХ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ КАДАСТРА И ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВА»

1. Геоинформационная система – это… :

а) информационная система, обеспечивающая сбор, хранение, обработку, доступ, отображение и распространение данных о пространственно-координированных объектах, процессах, явлениях;

б) комплекс программ и языковых средств, предназначенных для создания, ведения и использования баз данных;

в) одно из научно-технических направлений картографии, включающее системное создание и использование картографических произведений как моделей геосистем;

г) одно из направлений тематического картографирования, в котором разрабатываются теория и методы создания синтетических карт на основе интеграции множества частных показателей.

2. Слой в ГИС – это… :

а) объекты в ГИС;

б) реляционная таблица данных;

в) классификатор топографической информации;

г) совокупность однотипных (одной мерности) пространственных объектов, относящихся к одной теме (классу объектов) в пределах некоторой территории и в системе координат, общих для набора слоев.

3. База данных – это… :

а) совокупность данных, организованных по определенным правилам, устанавливающим общие принципы описания, хранения и манипулирования данными;

б) минимальная единица количества информации в ЭВМ, равная одному двоичному разряду;

в) классификатор цифровой топографической информации в ГИС;

г) совокупность знаний о некоторой предметной области, на основе которых можно производить рассуждения.

4. Банк данных – это… :

а) информационная система централизованного хранения и коллективного использования данных;

б) всемирная информационная сеть, совокупность различных сетей, построенных на базе протоколов TCP/IP и объединенных межсетевыми шлюзами;

в) сеть передачи данных, в узлах которой расположены ЭВМ;

г) хранилище статистической информации, представленной на бумажной основе.

5. Система управления базами данных – это… :

а) совокупность данных, организованных по определенным правилам, устанавливающим общие принципы описания, хранения и манипулирования данными;

б) информационная система централизованного хранения и коллективного использования данных;

в) набор функций географических информационных систем и соответствующих им программных средств ГИС;

г) комплекс программ и языковых средств, предназначенных для создания, ведения и использования баз данных.

6. Какая зависимость существует между СУБД и ГИС?

а) СУБД входит в состав ГИС;

б) ГИС входит в состав СУБД;

в) ГИС и СУБД не взаимодействуют;

г) СУБД и ГИС взаимодействуют на равных условиях.

7. Векторная модель данных – это… :

а) модель данных, представленная в виде реляционной таблицы;

б) представление точечных, линейных и полигональных пространственных объектов в виде набора координатных пар с описанием только геометрии объектов;

в) послойное представление пространственных объектов, процессов, явлений;

г) данные, хранящиеся на электронном носителе информации.

8. Что из перечисленного не входит в состав основных свойств геоданных?

а) координатное описание объекта;

б) качественные характеристики;

в) картографическая генерализация;

г) календарная информация.

9. Какой принцип не является основным при формировании информационных систем?

а) принцип интеграции;

б) принцип территориальной целостности;

в) принцип системности;

г) принцип комплексности.

10. Какая из подсистем не входит в состав фактографической системы?

а) система обработки данных;

б) автоматизированная система управления;

в) система сбора данных;

г) система пользователей.

11. Укажите наивысший уровень разработки техники защиты информации от несанкционированного доступа:

а) организация или предприятие;

б) администрация муниципального образования;

в) Российская Федерация;

г) субъект федерации.

12. Что из перечисленного не является системным программным средством?

а) операционная система;

б) геоинформационная система;

в) операционная оболочка;

г) файловая система.

13. Что из перечисленного не входит в состав прикладных программных средств?

а) геоинформационная система;

б) операционная система;

в) система автоматизированного проектирования;

г) программа электронной почты.

14. Какой процесс не выполняется в модуле сбора данных в ГИС?

а) процесс наблюдения;

б) процесс описания;

в) процесс измерения;

г) процесс дистанционного зондирования.

15. Пространственный объект – это… :

а) логические правила формализованного цифрового описания объектов реальности;

б) цифровая модель пространственных объектов, процессов и явлений, сформированная на основе законов картографической генерализации;

в) любое материальное образование, явление или процесс на земной поверхности (географической среде), внутри поверхности Земли (геологической среде) и за ее пределами (космической среде), которое отвечает важнейшим методологическим принципам географии: пространственность, комплексность, конкретность, картируемость;

г) графическая визуализация пространственного объекта на цифровой модели.

16. Код объекта цифровой топографической информации – это… :

а) свод правил и конкретных указаний, определяющих порядок классификации и кодирования объектов цифровых топографических планов, а также признаков указанных объектов и их значений;

б) совокупность кода объекта цифрового топографического плана, номера этого объекта в массе однотипных кодов характерных для данного объекта признаков и кодов значений этих признаков;

в) присвоение объектам, их признакам и значениям этих признаков символьных обозначений в соответствии с определенными правилами, которые обеспечивают возможность их выделения из множества данных;

г) цифровая модель местности.

17. Картографическая генерализация – это… :

а) отбор и обобщение изображаемых на карте объектов соответственно назначению и масштабу карты и особенностям картографируемой территории;

б) целенаправленное упрощение объекта исследования и его картографического отображения;

в) обобщение множества топографических объектов к конечному объему, легко поддающемуся анализу и управлению;

г) присвоение объектам, их признакам и значениям этих признаков символьных обозначений в соответствии с определенными правилами, которые обеспечивают возможность их выделения из множества данных.

18. Картографическая абстракция – это… :

а) целенаправленное упрощение объекта исследования и его картографического отображения;

б) отбор и обобщение изображаемых на карте объектов соответственно назначению и масштабу карты и особенностям картографируемой территории;

в) данные о пространственных объектах, снабженные указанием на их локализацию в пространстве;

г) специальное описание пространственных данных, заполняемое по специальным категориям: источник данных, применяемый классификатор, система координат и др.

19. Пространственные данные – это… :

а) целенаправленное упрощение объекта исследования и его картографического отображения;

б) информация, представленная в виде, пригодном для обработки автоматическими средствами при возможном участии человека;

в) данные о пространственных объектах, снабженные указанием на их локализацию в пространстве;

г) способ цифрового описания пространственных объектов, тип структуры пространственных данных.

20. Модель пространственных данных – это… :

а) отображение реального мира в некоторых понятных человеку концепциях, полностью независимых от параметров среды хранения данных;

б) способ цифрового описания пространственных объектов, тип структуры пространственных данных;

в) модель логического уровня описания геоинформационной системы, состоящая из логических записей и отображения связей между ними безотносительно к виду реализации;

г) информационная система централизованного хранения и коллективного использования данных, хранящихся в ГИС.

21. Описательные данные в ГИС – это… :

а) информация о качественных и количественных характеристиках пространственных объектов;

б) информация о координатных характеристиках объекта;

в) визуальное представление пространственных объектов на цифровой модели;

г) информация о времени создания пространственного объекта в ГИС.

22. Метаданные в ГИС – это… :

а) информация о качественных и количественных характеристиках пространственных объектов;

б) информация, характеризующая данные размещенные в геоинформационной системе;

в) информация о координатных характеристиках объекта;

г) специальное описание пространственных данных, заполняемое по специальным категориям: источник данных, применяемый классификатор, система координат и др.

23. Семантическая база данных в ГИС – это... :

а) информационная система централизованного хранения и коллективного использования данных, хранящихся в ГИС;

б) совокупность данных, организованных по определенным правилам, устанавливающим общие принципы описания, хранения и манипулирования данными о пространственных объектах;

в) комплекс программ и языковых средств, предназначенных для создания, ведения и использования баз данных;

г) модель логического уровня описания геоинформационной системы, состоящая из логических записей и отображения связей между ними безотносительно к виду реализации.

24. Семантический запрос – это… :

а) способ цифрового описания пространственных объектов, тип структуры пространственных данных;

б) координатное описание объекта;

в) задание на поиск данных в базе данных, удовлетворяющих некоторым условиям;

г) способ цифрового описания пространственных объектов, тип структуры пространственных данных.

25. Пространственный запрос – это… :

а) запрос о местоположении объекта для решения задач, связанных с определением различных пространственных отношений и их количественных характеристик;

б) задание на поиск данных в базе данных, удовлетворяющих некоторым условиям;

в) совокупность данных, организованных по определенным правилам, устанавливающим общие принципы описания, хранения и манипулирования данными о пространственных объектах;

г) метод и процесс позиционирования пространственных объектов относительно некоторой системы координат и их атрибутов.

26. Позиционный атрибут в ГИС – это… :

а) данные о локализации объекта в пространстве;

б) условный знак, которым отображается пространственный объект на карте;

в) информация о качественных свойствах пространственного объекта;

г) создание цифровых моделей пространственных объектов по данным прошедших эпох наблюдений.

ПРАКТИЧЕСКИЙ КУРС

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА
Создание прогнозной цифровой модели реновации жилого фонда на территории города

Общие сведения о выполнении работы

Программы реновации жилого фонда населенных пунктов разрабатываются на основе разнородных данных, в том числе физических характеристик объектов недвижимости: даты строительства, материале строительства, фактического износа, проектного срока эксплуатации и т. д. Кроме того, при планировании строительства новых объектов используются данные о перспективной динамике численности жителей, уровне развития социально-экономического обеспечения, сложившемся землепользовании и т. д. [47–49].

Цель работы: освоить методику создания прогнозной цифровой модели реновации жилого фонда на территории города.

Исходные данные:

– база данных по жилым домам на территории населенного пункта;

– цифровой адресный план города масштаба 1 : 5 000;

– данные дистанционного зондирования на территорию города масштаба 1 : 2 000.

Последовательность выполнения

Этапы работ по созданию геоинформационной модели реновации жилого фонда на территории населенного пункта:

– создание базы данных по объектам жилого фонда;

– геокодирование информации из базы данных;

– геоинформационный анализ базы данных по параметрам: год постройки, проектный срок эксплуатации, физический износ;

– построение геоинформационной модели реновации жилого фонда на территории населенного пункта;

– ранжирование территории по времени реновации, построение реновационных зон.

Срок эксплуатации материалов при постройки жилого здания приведен в табл. 1.

Таблица 1

Срок эксплуатации материалов при постройки жилого здания

Материал стен	Срок эксплуатации, лет
Кирпич	100–150
Монолит	200–300
Панель	80–120
Бетон	125–150

Срок эксплуатации жилых зданий в зависимости от типа дома показан в табл. 2.

Таблица 2

Срок эксплуатации жилых зданий в зависимости от типа дома

Тип дома	Время постройки, гг.	Срок эксплуатации, лет
Дома «сталинские» довоенной постройки	1930–1940	125
Дома «сталинские» послевоенной постройки	1945–1955	150
«Хрущевки» панельные	1955–1970	50
Кирпичные четырех- и пятиэтажные дома	1955–1970	100
Панельные и блочные девяти- и шестнадцатиэтажные дома	1965–1980	100
Современные кирпичные и монолитные дома	с 1980	125–150

База данных о физических характеристиках зданий на территории г. Новосибирска содержит поля, представленные на рис. 18.

Для геокодирования базы данных необходимо использовать адресный план города. Здания имеют адресный ориентир, необходимо составить семантический запрос для идентификации одинаковых объектов на адресном плане и в базе данных с присвоением информации из базы данных.

улица_название	тип	номер_дома	name	идентификатор2	год_постройки
1905 ГОДА	УЛИЦА	17/2	1905 ГОДА УЛИЦА, Д. 17/2	Год постройки	1 994
1905 ГОДА	УЛИЦА	18	1905 ГОДА УЛИЦА, Д.18	Год постройки	1 975
1905 ГОДА	УЛИЦА	2	1905 ГОДА УЛИЦА, Д.2	Год постройки	1 998
1905 ГОДА	УЛИЦА	23	1905 ГОДА УЛИЦА, Д.23	Год постройки	2 003
1905 ГОДА	УЛИЦА	28	1905 ГОДА УЛИЦА, Д.28	Год постройки	1 979
1905 ГОДА	УЛИЦА	30	1905 ГОДА УЛИЦА, Д.30	Год постройки	1 980
1905 ГОДА	УЛИЦА	30/1	1905 ГОДА УЛИЦА, Д. 30/1	Год постройки	1 979
1905 ГОДА	УЛИЦА	59	1905 ГОДА УЛИЦА, Д.59	Год постройки	2 000

Рис. 18. Фрагмент геокодированной базы данных по жилым зданиям

Далее необходимо выполнить выборку жилых домов по году постройки при помощи команды «Запрос/Выбрать», в появившемся окне выбрать записи из таблицы «Здания» согласно условию «Год постройки =» (рис. 19).

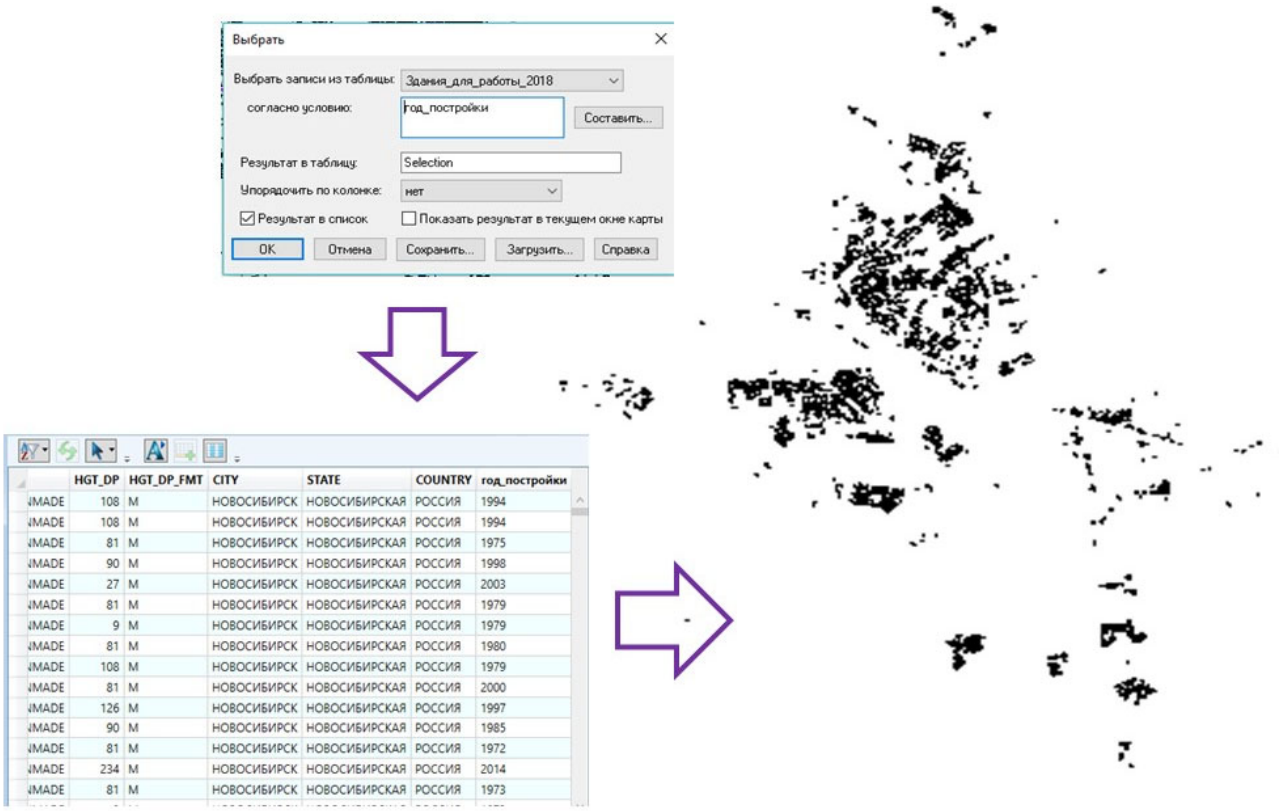


Рис. 19. Алгоритм составления семантического запроса «Выбор по году постройки»

Далее необходимо составить геоинформационную модель реновации жилого фонда на территории населенного пункта в пределах заданного варианта работ. Пример показан на рис. 20.

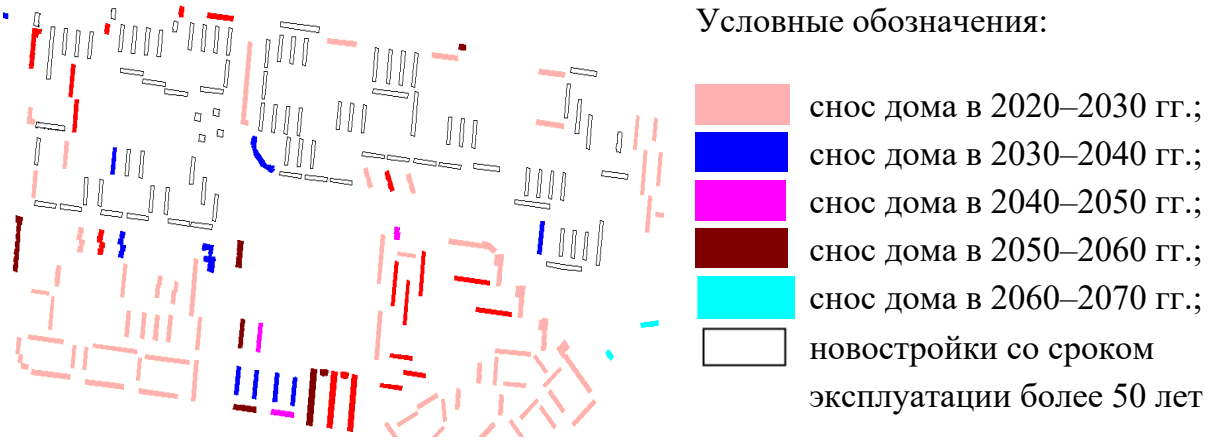


Рис. 20. Геоинформационная модель реновации жилого фонда на территории населенного пункта в пределах заданного варианта работ

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Современный российский Единый государственный реестр недвижимости является важнейшим информационным ресурсом страны, так как в его базах данных хранится информация обо всех объектах недвижимости. Эта информация является основой системы налогообложения и гарантии прав собственности на объекты недвижимости. История наполнения реестра насчитывает уже 30 лет, а само формирование структуры проходило в несколько этапов. Все изменения, которые проводились как с системами хранения кадастровой информации, так и с системами предоставления данных, носили инновационный, пионерный для нашей страны характер.

Развитие геоинформационных систем, а также геотехнологий в широком смысле, включая не только системы сбора информации, но и системы анализа, моделирования, поддержки принятия управленческих решений, позволили интегрировать данные ЕГРН во все сферы экономики государства.

Перспективным направлением применения баз и банков данных является обработка «больших данных» с использованием систем искусственного интеллекта и получение качественно нового информационного продукта на основании которого возможно выполнять стратегическое планирование различных направлений социально-экономического развития.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ 15971–90. Системы обработки данных. Термины и определения. 11.01.1991 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://internet-law.ru/gosts/gost/10842/. – Загл. с экрана.

2. Стандарт ISO/IEC 2382-1:1993. Термины и определения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.ict.nsc.ru/jspui/bitstream/ICT/299/3/ISO-IEC_2382-1.pdf.

3. Геоинформатика : в 2-х кн. Кн. 2 : учеб. для студ. высш. учеб. заведений / Е. Г. Капралов, А. В. Кошкарев, В. С. Тикунов [и др.] ; под ред. проф. В. С. Тикунова. – М. : Академия, 2008. – 384 с.

4. Дубровский А. В. Земельно-информационные системы в кадастре : учеб. метод. пособие. – Новосибирск : СГГА, 2010. – 112 с.

5. Об информации, информационных технологиях и о защите информации [Электронный ресурс] : федер. закон от 27.07.2006 № 149-ФЗ. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

6. Elements of Geoinformation Support of Natural Resource Management System / A. V. Dubrovsky, I. T. Antipov, A. I. Kalenitsky, A. P. Guk // International Journal of Advanced Biotechnology and Research (IJBR), Vol-9, Issue-1. – 2018. – Pp. 1185–1202.

7. Классификатор топографической информации (Информация, отображаемая на картах и планах масштабов 1 : 500, 1 : 1 000, 1 : 2 000, 1 : 5 000, 1 : 10 000). – М. : ГУГК СССР, 1986.

8. Классификатор топографической информации для использования в автоматизированных системах цифрового картографирования масштабов 1 : 500–1 : 10 000. – Новосибирск : Сибгеоинформ, 2000.

9. ГОСТ Р 51606–2000. Карты цифровые топографические. Система классификации и кодирования цифровой картографической информации. – М. : ГОССТАНДАРТ России, 2000.

10. ГОСТ Р 51607–2000. Карты цифровые топографические. Правила цифрового описания картографической информации. Общие требования. – М. : ГОССТАНДАРТ России, 2000.

11. ГОСТ Р 51606–2000. Карты цифровые топографические. Система классификации и кодирования цифровой картографической информации. – М. : ГОССТАНДАРТ России, 2000.

12. ГОСТ Р ИСО 1913–2003. Географическая информация. Принципы оценки качества. – М. : ГОССТАНДАРТ России, 2003.

13. ГОСТ Р 52573–2006. Географическая информация. Метаданные. – М. : ГОССТАНДАРТ России, 2006.

14. Карпик А. П. Методические и технологические основы геоинформационного обеспечения территории : монография. – Новосибирск : СГГА, 2004. – 260 с.

15. Блиновская Я. Ю., Задоя Д. С. Введение в геоинформационные системы : учеб. пособие. – 2-е изд. – М. : Форум, НИЦ ИНФРА-М, 2016. – 112 с. – Режим доступа: http://znanium.com. – Загл. с экрана.

16. Цветков В. Я. Геоинформационные системы и технологии. – М. : Финансы и статистика, 1998. – 286 с.

17. Дубровский А. В. Земельно-информационные системы в кадастре : учеб.-метод. пособие. – Новосибирск : СГУГиТ, 2019. – 138 с.

18. Дубровский А. В., Малыгина О. И. К вопросу создания картографического банка данных для цели интерактивного обучения студентов по дисциплине «Геоинформационные системы» // Актуальные вопросы образования. инновационные подходы в образовании : сб. материалов Междунар. научно-метод. конф. (23–27 января 2017 г., Новосибирск) в 2 ч. Ч. 1. – Новосибирск : СГУГиТ, 2017. – С. 77–83.

19. Свидетельство о государственной регистрации базы данных. Геоинформационная база данных типов почв Новосибирской области / Н. И. Добротворская, А. В. Дубровский. – № 2020622845, 29.12.2020.

20. Свидетельство о государственной регистрации базы данных. Геоинформационная база данных зон затопления населенных пунктов Новосибирской области в результате сезонного паводка / А. П. Карпик, Д. Н. Ветошкин, А. В. Дубровский, С. А. Арбузов. – № 2020622844, 29.12.2020.

21. Свидетельство о государственной регистрации базы данных. ГИС Инвентаризация. / А. В. Ершов, В. Н. Никитин, А. В. Дубровский, О. И. Малыгина, А. В. Иванова. – № 2019621245, 11.07.2019.

22. Элементы геоинформационного обеспечения инвентаризационных работ / А. В. Дубровский, А. В. Ершов, Ю. А. Новоселов, В. Н. Москвин // Вестник СГУГиТ. – 2017. – Т. 22, № 4. – С. 100–112.

23. В ЕГРН включено более 1,4 млн данных о границах [Электронный ресурс] // Федеральная кадастровая палата : официальный сайт. – Режим доступа: https://kadastr.ru/magazine/news/v-egrn-vklyucheno-bolee-1-4-mln-dannykh-o-granitsakh/. – Загл. с экрана.

24. Геопространственный дискурс опережающего и прорывного мышления / А. П. Карпик, Д. В. Лисицкий, К. С. Байков, А. Г. Осипов, В. Н. Савиных // Вестник СГУГиТ. – 2017. – Т. 22, № 4. – С. 53–67.

25. Дубровский А. В. Методическое и технологическое обеспечение системы эффективного землепользования // Естественные и технические науки. – 2022. – №4 (167). – DOI 10.25633/ETN.2022.04.11.

26. Дубровский А. В. К вопросу о разработке параметров эффективности кадастровой системы // Вестник СГУГиТ. – 2021. – Вып. 6 (26). – С. 129–139. – DOI 10.33764/2411-1759-2021-26-6-129-139.

27. Попов С. Б. Большие данные дистанционного зондирования Земли: проблемы и возможности // Информационные технологии и нанотехнологии (ИТНТ-2016) : материалы Междунар. конф. и молодежной школы (Самара, 17–19 мая 2016 г.). – Самара : Самарский государственный аэрокосмический университет, 2016. – С. 1004–1007.

28. Lynch C. Big data How do your data grow? // Nature. – 2008. – Vol. 455, № 7209. – P. 28–29.

29. Гаврикова К. Большие данные как основа для принятия политико - управленческих решений на уровне города // Generation PP. Приложение к журналу «Публичная политика». – 2019. – Т. 1. – № S2. – С. 25–36.

30. Воробьев А. Н. Большие данные в изучении локализации и мобильности населения // География и природные ресурсы. – 2020. – Т. 41. – № S5 (164). – С. 203–207. – DOI 10.21782/GIPR0206-1619-2020-5(203-207).

31. Булгакова Е. В., Булгаков В. Г., Акимов В. С. Использование больших данных в системе государственного управления: условия, возможности, перспективы // Юридическая наука и практика: Вестник Нижегородской академии МВД России. – 2015. – С. 10–14.

32. Popov S. B. The Big Data methodology in computer vision systems // Proceedings of Information Technology and Nanotechnology (ITNT-2015), CEUR Workshop Proceedings. – 2015. – Vol. 1490. – P. 420–425. – DOI 10.18287/1613- 0073-2015-1490-420-425.

33. Дубровский А. В., Малыгина О. И. Исследование возможностей краудсорсинга как инструмента рационального управления городскими территориями // Материалы Первой междунар. науч.-практ. конф. «Актуальные проблемы геодезии, кадастра, рационального земле- и природопользования» (Тюмень, 24 ноября 2017 г.). – Тюмень : ТИУ, 2017. – С. 30–35.

34. Концепция создания и развития инфраструктуры пространственных данных Российской Федерации : Распоряжение Правительства Российской Федерации от 21.08.2006 № 1157-р // Кадастровый вестник. – 2007. – № 2. – С. 45–50.

35. Российская Федерация. Правительство. Об информационном обеспечении градостроительной деятельности : Постановление Правительства Российской Федерации от 09.06.2006 № 363 // Рос. газ. – 2006. – 29 июня.

36. Дубровский А. В., Карпик А. П., Ким Э. Л. Анализ природных и техногенных особенностей геопространства чрезвычайной ситуации. – Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012. VIII Междунар. науч. конгр : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» (10–20 апреля 2012 г., Новосибирск) : сб. материалов в 3 т. Т. 3. – Новосибирск : СГГА, 2012 – С. 171–177.

37. Environmental aspects of designing urban infrastructure for smart cities / A. Dubrovsky, A. Ilinykh, G. Yurina, T. Mezhueva // International Conference «Ecological Paradigms of Sustainable Development: Political, Economic and Technological Dimension of Biosphere Problems» (EPSD 2021). – DOI doi.org/10.1051/e3sconf/202131107006.

38. Ахметов Б. Ж., Уставич Г. А., Дубровский А. В. Земельно-информационный подход к обеспечению техносферной безопасности хозяйственного использования территории ядерных испытательных полигонов [Электронный ресурс] : сб. тр. конф. FarEastCon-2019 в журнале «IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (EES)» (издательство IOP Publishing Ltd.). – Режим доступа: https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/459/4/042077/pdf. – DOI 10.1088/1755-1315/459/4/042077.

39. Дубровский А. В., Малыгина О. И. Учет экологических факторов при кадастровой оценке земель населенных пунктов // Тезисы национальной науч.-практ. конференции «Регулирование земельно-имущественных отношений: технологические решения, кадастровая оценка, нормативно-правовое обеспечение» (Томск, 20–22 июня 2018 г.). – Томск : ТГАСУ, 2018. – С. 19.

40. Емельяненков А. Чернобыль до востребования [Электронный ресурс] // Рос. газ. : официальный сайт. – Режим доступа: https://rg.ru/2016/04/25/tridcat-let-nazad-proizoshla-avariia-na-chernobylskoj-aes.html (дата обращения 12.11.2020). – Загл. с экрана.

41. Разработка геоинформационной базы данных о площадках накопления твердых коммунальных отходов на территории города Новосибирска / М. Ю. Сидорова, А. Г. Шарикалов, А. В. Дубровский, А. В. Ершов, А. Л. Ильиных // Регулирование земельно-имущественных отношений в России: правовое и геопространственное обеспечение, оценка недвижимости, экология, технологические решения : сб. материалов III национальной науч.-практ. конф. (Новосибирск, 27–29 ноября 2019 г.). – Новосибирск : СГУГиТ, 2020. – С. 165–172. – DOI 10.33764/2687-041X-2020-1-165-172.

42. Дубровский А. В., Пошивайло А. О. К вопросу влияния загрязнения городских земель на кадастровую стоимость недвижимости // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2016. XII Междунар. науч. конгр. : Магистерская научная сессия «Первые шаги в науке» : сб. материалов (Новосибирск, 18–22 апреля 2016 г.). – Новосибирск : СГУГиТ, 2016. – С. 39–43.

43. Предложения по совершенствованию системы охраны и мониторинга земель полигонов твердых бытовых отходов / А. О. Грекова, А. В. Дубровский, Я. Г. Пошивайло, Г. А. Уставич // Интерэкспо ГЕО-Сибирь. XIV Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Экономическое развитие Сибири и Дальнего Востока. Экономика природопользования, землеустройство, лесоустройство, управление недвижимостью» : сб. материалов в 2 т (Новосибирск, 23–27 апреля 2018 г.).– Новосибирск : СГУГиТ, 2018. Т. 2. – С. 107–112.

44. Акумов А. И., Мингазов И. Ф. Состояние окружающей среды и заболеваемость населения в Новосибирске. – Новосибирск : Наука, 1999. – С. 52–53.

45. Город в мусоре. Как в Новосибирске борются со стихийными свалками [Электронный ресурс] // Аргументы и Факты : официальный сайт. – Режим доступа: https://nsk.aif.ru/society/gorod_v_musore_kak_v_novosibirske_boryutsya_so_stihiynymi_svalkami. – Загл. с экрана.

46. Сизов А. П. Мониторинг городских земель с элементами их охраны : учеб. пособие для студентов вузов. − М., 2000. − 157 с.

47. Геоинформационный анализ перспективной реконструкции городской территории / П. С. Батин, А. В. Дубровский, О. О. Твердовская, В. П. Шабалина // Материалы I Междунар. науч.-практ. конф. «Актуальные проблемы геодезии, кадастра, рационального земле- и природопользования» (Тюмень, 24 ноября 2017 г.). – Тюмень : ТИУ, 2017. – С. 25–30.

48. Дубровский А. В. Перспективное районирование территории для цели рационального использования в хозяйственной деятельности. – Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2016. XII Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Экономическое развитие Сибири и Дальнего Востока. Экономика природопользования, землеустройство, лесоустройство, управление недвижимостью» : сб. материалов в 3 т. (Новосибирск, 18–22 апреля 2016 г.). – Новосибирск : СГУГиТ, 2016. Т. 2. – С. 34–39.

49. Дубровский А. В., Попп Е. А. Применение матричного метода при геоинформационном анализе воздействия техногенных факторов на окружающую природную среду // Сб. материалов Национальной науч.-практ. конф. «Регулирование земельно-имущественных отношений в России: правовое и геопространственное обеспечение, оценка недвижимости, экология, технологические решения» в 2 ч. (Новосибирск, 14–15 декабря 2017 г.).– Новосибирск : СГУГиТ, 2018. Ч. 2. – С. 155–161.

Учебное издание

Дубровский Алексей Викторович

ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ:

БАЗЫ И БАНКИ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ДАННЫХ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ КАДАСТРА И ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВА

Редактор *О. В. Георгиевская*

Компьютерная верстка *О. И. Голиков*

Изд. лиц. ЛР № 020461 от 04.03.1997.
Подписано в печать 15.09.2022. Формат 60 × 84 1/16.
Усл. печ. л. 4,12. Тираж 70 экз. Заказ 150.
Гигиеническое заключение
№ 54.НК.05.953.П.000147.12.02. от 10.12.2002.

Редакционно-издательский отдел СГУГиТ
630108, Новосибирск, ул. Плахотного, 10.

Отпечатано в картопечатной лаборатории СГУГиТ
630108, Новосибирск, ул. Плахотного, 8.