

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«СИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ГЕОСИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИЙ»
(СГУГиТ)

А. В. Дубровский

ЗЕМЕЛЬНО-ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В КАДАСТРЕ

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
2019

УДК 528.4:004

Д797

Рецензенты: кандидат технических наук, доцент кафедры землеустройства и кадастра Тюменского индустриального университета *В. А. Бударова*
кандидат технических наук, доцент СГУГиТ *В. Н. Никитин*

Дубровский, А. В.

Д797 Земельно-информационные системы в кадастре [Текст] : учеб.-метод. пособие / А. В. Дубровский. – Новосибирск : СГУГиТ, 2019. – 138 с.

ISBN 978-5-907052-07-9

Учебно-методическое пособие подготовлено кандидатом технических наук, заведующим кафедрой кадастра и территориального планирования СГУГиТ А. В. Дубровским.

Пособие содержит теоретический и практический курс по дисциплине «Земельно-информационные системы». Теоретический курс представляет собой краткий лекционный материал. Практический курс состоит из описаний лабораторных работ. Рассмотрены основные вопросы создания и ведения земельно-информационных проектов. Дан ряд рекомендаций по оптимизации процесса подготовки тематических карт и по основным характеристикам объектов земельно-имущественного комплекса. Рассмотренные технологические операции при выполнении лабораторных работ могут быть использованы в производственных целях как самостоятельный материал.

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

Рекомендовано к изданию кафедрой кадастра и территориального планирования, Ученым советом Института кадастра и природопользования СГУГиТ.

Печатается по решению редакционно-издательского совета СГУГиТ

УДК 528.4:004

ISBN 978-5-907052-07-9

© СГУГиТ, 2019

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	6
---------------	---

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ КУРС

1. Основы геоинформатики.....	13
1.1. Геоинформатика: предмет и метод.....	13
1.2. Понятие объекта исследования геоинформатики. Свойства геоданных.....	13
1.3. Связь геоинформатики с геодезией, картографией, фотограмметрией, дистанционным зондированием Земли, программированием.....	14
1.4. Понятие геоинформационной системы.....	15
1.5. Структура геоинформационной системы.....	15
1.6. Функциональные возможности геоинформационной системы.....	15
1.7. Модули геоинформационной системы.....	16
1.8. Инфологическая модель данных в геоинформационной системе.....	17
1.9. Классификация геоинформационных систем.....	17
2. Общие сведения о земельно-информационных системах.....	20
2.1. Понятие земельно-информационных систем.....	20
2.2. Виды и функции земельно-информационных систем.....	20
2.3. Отличие геоинформационных систем от земельно-информационных систем.....	23
3. История развития геоинформационных систем.....	25
4. Основные понятия информационных систем.....	29
4.1. Информационные системы: определение, структура и состав.....	29
4.2. Классификация информационных систем.....	30
4.3. Принципы построения информационных систем.....	31
4.4. Документальные и фактографические системы.....	31
4.5. Языки общения пользователя с системой.....	32

4.6. Информационная технология обработки данных	33
4.7. Целостность и защита данных	34
4.8. Программные средства реализации информационных систем	35
5. Основы теории баз данных.....	36
5.1. Данные и базы данных.....	36
5.2. Базовые модели данных в геоинформационных системах	38
5.3. Банк данных в геоинформационных системах.....	41
5.4. Проектирование баз данных, основные этапы	42
5.5. Система управления базами данных	43
5.6. Экспертная система.....	44
6. Обработка данных в геоинформационных системах	46
6.1. Понятие слоя в геоинформационных системах	46
6.2. Системы координат и картографические проекции в геоинформационных системах	46
6.3. Источники пространственных данных для геоинформационных систем	47
6.4. Представление пространственных данных в геоинформационных системах.....	48
6.5. Растровые модели геоинформации.....	48
6.6. Векторные модели геоинформации.....	50
6.7. Математическая интерпретация обработки информации в геоинформационных системах	51
7. Цифровая картография: основные понятия.....	52
7.1. Автоматизированное картографирование, цифрование: основные понятия	52
7.2. Цифровая карта, цифровая модель местности, электронная карта	54
7.3. Требования к качеству цифровых карт	54
7.4. Единая автоматизированная информационная система комплексного использования кадастровых данных	56
7.5. Кадастровая карта (план).....	57
8. Современные подходы к созданию геоинформационных систем	59
8.1. Характеристики современных геоинформационных систем	59
8.2. Этапы создания геоинформационного проекта	60

9. Современное программно-аппаратное обеспечение функционирования геоинформационных систем	63
9.1. Актуальные направления развития геотехнологий	63
9.2. Виды геоинформационного обеспечения	70
9.3. Геопортал.....	71
Тестовые задания по теоретическому курсу дисциплины «Земельно-информационные системы».....	72

ПРАКТИЧЕСКИЙ КУРС

Лабораторная работа № 1. Создание цифровой модели местности с использованием растровой карты	79
Лабораторная работа № 2. Создание объемной модели рельефа территории	90
Лабораторная работа № 3. Понятие «рабочий набор» в геоинформационных системах. Подготовка карт к печати	95
Практические задания по дисциплине «Земельно-информационные системы»	103
Библиографический список.....	108
<i>Приложение 1.</i> Примеры геоинформационных проектов, выполненных на базе лаборатории геоинформационных исследований «Дигитайзер»	114
<i>Приложение 2.</i> Каталог координат для регистрации листов топографического плана.....	128
<i>Приложение 3.</i> Классификатор топографических объектов для создания цифровой модели местности	129
<i>Приложение 4.</i> Отчетная форма для оформления электронного варианта лабораторной работы № 1	135
<i>Приложение 5.</i> Отчетная форма для оформления электронного варианта лабораторной работы № 2.....	136
<i>Приложение 6.</i> Отчетная форма для оформления электронного варианта лабораторной работы № 3	137

ВВЕДЕНИЕ

В любом научном исследовании основное место занимают понятия предмета и объекта исследования. Предмет исследований, как правило, очерчивает так называемую предметную область, в которой существуют объекты теоретических и практических изысканий. Объектами исследования применительно к геоинформационным и земельно-информационным системам выступают любые пространственные объекты, процессы и явления, локализацию в пространстве которых можно определить, используя картографические, геодезические, математические методы или дистанционное зондирование.

Географические информационные, или геоинформационные, системы (ГИС) представляют собой сложные программные комплексы, ориентированные на работу с различными форматами пространственных данных. Земельно-информационные системы (ЗИС) – один из видов географических информационных систем, функции которого заключаются в автоматизации процесса управления объектами недвижимости, создании Единого государственного реестра недвижимости (ЕГРН) и рациональном использовании земельных ресурсов.

Современное многообразие коммерческих предложений на рынке разработки программного обеспечения ГИС позволяет любому человеку, любой организации и даже целому государству выбрать необходимый инструментарий для решения различных задач, связанных с пространственными объектами, процессами и явлениями. Одной из основных особенностей ГИС является возможность работы с цифровыми моделями данных, представленных в различных системах координат и картографических проекциях. Это отличает ГИС от других информационных систем, в частности от систем автоматизированного проектирования, систем графических редакторов. Второй особенностью является то, что ГИС, наряду с пространственными данными, работают и с описательными, семантическими данными – различными атрибутами пространственных объектов.

Именно принцип единого представления пространственного объекта совместно с его атрибутами делает ГИС универсальным помощником для решения сложнейших научно-технических задач, связанных в первую очередь с ответами на следующие вопросы:

1. Где находится объект, имеющий заданные параметры?
2. Что за объект находится в данной точке пространства?
3. Что изменилось с определенного момента времени?
4. Какие пространственные взаимоотношения существуют между объектами?
5. Что будет, если произойдет то или иное событие?

Эти пять вопросов вносят в определение целей и задач ГИС основополагающие характеристики, на основе которых строится функционал современных географических систем.

Данный тезис легко прокомментировать следующим примером: на территории города случилась чрезвычайная ситуация (ЧС), связанная с выбросом вредных веществ в атмосферу. В течение нескольких минут оперативный штаб диспетчерского контроля должен дать достоверную и полную информацию, касающуюся следующего:

1. В какой точке на карте города произошла ЧС?
2. Какие объекты городской инфраструктуры, здания, сооружения, объекты социального, культурного, бытового обслуживания находятся в зоне действия ЧС?
3. Какую динамику будет иметь ЧС, как изменится ситуация через определенное количество времени?
4. Как правильно организовать эвакуационные мероприятия и мероприятия по ликвидации последствий ЧС?
5. Что будет, если не удастся ликвидировать последствия ЧС полностью? Что может произойти при появлении дополнительных обстоятельств или влиянии другого события или факта?

Правильность ответов на поставленные вопросы во многом определит развитие подобного рода ситуации. Кроме того, не стоит забывать, что для работы автоматизированных систем поддержки принятия решения требуются полная и достоверная исходная информация (геоинформационная основа), а также высококвалифицированный штат специалистов и экспертов.

Известный научный деятель, президент ГИС-ассоциации в России Сергей Адольфович Миллер так комментирует понятие «геоинформационные технологии»: «Современное понимание приставки ГЕО – это все, что связано с пространством Земли: география, геология, геодезия. А в сочетании с информационными технологиями – это создание полной и сопоставимой виртуальной модели, адекватной реальному миру. Все управленческие решения должны приниматься на основе некоей виртуальной модели. Сегодня существует масса ведомств с чиновниками. Каждое имеет свое видение мира, свою модель принятия решений. Эти модели зачастую не пересекаются. Одно ведомство работает параллельно другому. И даже если их действия качественные, они, не пересекаясь, дают *неадекватное представление* о существующей информации. Задача геоинформационных технологий – совместить все модели в одну базу данных. А если совместить невозможно, построить новую модель, которая дает верное представление о реальном мире» [40].

Таким образом, современная географическая информационная система представляет собой программно-технический комплекс по работе с пространственными данными, управляемый коллективом специалистов. В широком смысле понятие ГИС можно трактовать как автоматизированную систему поддержки принятия управленческих решений в любой сфере жизни и деятельности современного общества.

Рассмотрим пример, который привел обучающийся заочного отделения, отвечая на вопрос об основных свойствах пространственных данных в ГИС. Будучи владельцем сети парикмахерских, он предположил, что для успешного ведения бизнеса ему необходимо, чтобы все салоны были отмечены на электронной карте города. Эта карта должна быть доступна конечному потребителю информации как в электронном виде (т. е. в виде приложения, установленного на персональный компьютер), так и в виде ресурса сети Интернет. Такое представление информации дает возможность осуществлять запросы, связанные с поиском объектов на карте, а также решать навигационные задачи. Пользователь может, используя карту, определить свое положение в пространстве, а также местонахождение ближайших салонов-парикмахерских или тех, которые наиболее удобно совпадают с его маршрутом следования. Таким образом, первым

компонентом данных в ГИС является пространственно-координированная информация о каком-либо объекте, процессе, явлении на определенной территории. Далее для использования пространственных данных, отображаемых на карте, обучающийся предложил создать базу данных по каждому салону, в которую будут помещены контактная информация, часы работы, прайс-листы, журналы записей, справочная информация по работающим мастерам-парикмахерам и т. п. Эта информация обязательно должна быть сопоставлена с конкретными адресами на карте – газеттирами – точками, характеризующими объект в пространстве, т. е. эти геокодированные данные любой пользователь может сопоставить с реальным объектом на местности. Если информация об объекте удовлетворяет критериям, выдвинутым пользователем, то задача поиска считается выполненной. Вторым элементом данных ГИС является информация, описывающая свойства объекта, а также механизмы оперативного использования этой информации согласно определенным запросам. Поиск по критериям выполнен. Результат положительный. Однако возможна ситуация, когда пользователь ГИС приходит в нужный ему салон, который находится близко от места начала поиска, в прайс-листе имеются необходимые ему услуги, а свободного времени у мастера нет, или ему предлагают подождать несколько часов. Поиск окончился отрицательным результатом. Главная цель – получение определенных услуг – не достигнута. Необходимо начинать поиск и повторять весь алгоритм действий. Этого можно было бы избежать, если информация об объекте поиска была бы динамической и изменялась бы в режиме реального времени или приближенном к реальному. Для этого между сервером, на котором находится наша карта, и салонами должна быть установлена постоянная связь, заключающаяся в обмене данными. В рассматриваемом примере этой дополнительной информацией являлся бы график очередности приема посетителей, выражающийся в некотором временном показателе. Причем следует учесть, что данная информация актуальна для короткого периода времени. Таким образом, можно смело утверждать, что третьим элементом данных в ГИС является временной показатель, обеспечивающий динамическую связь объекта с его качественными и количественными характеристиками [19]. Временной показатель также может носить глобальный характер. Ведь

с течением времени у многих пространственных объектов, процессов и явлений на нашей Земле коренным образом изменялись свойства. История знает немало примеров, когда целые города уходили под воду. Причем многие изменения носят не только природный, но и техногенный характер. Историческая часть города Бердска, находящаяся сейчас на дне Новосибирского водохранилища, была затоплена в результате строительства мощного техногенного природно-территориального комплекса – гидротехнического сооружения Новосибирской ГЭС.

Рассмотренный пример свидетельствует о комплексности и взаимовлиянии применяемых в ГИС данных. Общее представление о геоинформационных системах должен иметь каждый человек. Отмечено, что у жителей развитых стран Европы, Северной Америки, Японии, Австралии формируется геоинформационное мышление. На основе этого явления население сельского поселения, города, мегаполиса, государства воспринимает себя не как часть ограниченного в пространстве участка земли, а как целостную систему Человечество – Земля, в которой, наряду с прямыми и обратными связями, происходят и процессы самоорганизации в природных системах.

Актуальным направлением применения ГИС является раннее прогнозирование кризисных ситуаций, связанных с развитием природных или техногенных угроз. При этом ГИС дает мощнейший инструмент географического геоинформационного анализа и моделирования, помогая предоставить информацию ученым разных областей знаний, касающуюся основ рационального экологически-ориентированного природопользования и достижения принципа социальной комфортности проживания населения Земли [29].

В настоящее время современные программно-аппаратные средства позволяют проводить практически весь комплекс работ по компьютерному моделированию и анализу территории с использованием геоинформационных технологий в камеральных условиях [30]. При этом уже не требуется большого коллектива работников, все процессы автоматизированы и могут быть выполнены группой в составе 2–3 человек. Одним из примеров является подразделение СГУГиТ – научно-производственная лаборатория геоинформационных исследований техногенных природно-террито-

риальных комплексов «Дигитайзер». В лаборатории разработана и внедрена в производство технология автоматизированного создания и ведения тематических геоинформационных проектов на любую территорию. Масштабный ряд проектов может варьировать от проекта на территорию сельского населенного пункта до крупного мегаполиса, которым является г. Новосибирск. На региональном уровне создаются более крупные проекты, охватывающие территории не только отдельных субъектов Федерации, но и федеральных округов. Примером может являться цифровая картографическая база пространственных данных на территорию Сибирского федерального округа.

Выбор конечного алгоритма и методик всецело определяется целью и задачами проекта. В качестве основных этапов технологии работ следует выделить [25]:

- сбор комплексной информации о территории. Это могут быть картографические материалы, результаты дистанционного зондирования Земли, описательная и статистическая информация, отчеты и т. п.;

- обработку исходных данных, перевод из аналогового вида в цифровой. На этом этапе применяется широкий круг программных средств, причем это не только ГИС, но и системы автоматизированного проектирования, автоматической векторизации, графические системы, комплексы специализированных программных средств. Правильно выстроенная последовательность применения программных средств позволяет снизить себестоимость работ и временные затраты на получение готовой продукции. Благодаря применению новейших технических средств, например широкоформатного сканера, можно существенно увеличить производительность работ по переводу картографических материалов в растровый вид;

- систематизацию и накопление пространственно-координированных данных. Этот этап работ является одним из основных в применяемой технологии, так как в процессе его выполнения происходит создание банка разнородных данных об исследуемой территории. Информация накапливается, систематизируется и может использоваться в дальнейшем при реализации других геоинформационных проектов;

- анализ и моделирование. Этот этап работ наиболее творческий, заключается в подборе (или собственной разработке) программных средств,

решающих определенные управляющие задачи. Среди выполняемых на этом этапе задач можно выделить: создание объемных моделей территории, проведение расчетов по определению зон видимости, решение задач логистики, тематическое картографирование качественных и количественных показателей территории, геокодирование пространственно-временных связей между объектами и др.;

– получение готовой продукции в цифровом и аналоговом виде. Данный этап работ реализуется благодаря разработке специализированных оболочек для свободного распространения цифровой картографической информации как на электронных носителях, так и в сети Интернет. Также применяется методика широкоформатной печати созданных картографических произведений.

Таким образом, можно утверждать, что географические информационные системы в настоящее время являются доступным и экономически сбалансированным механизмом управления техногенными природно-территориальными комплексами.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ КУРС

1. ОСНОВЫ ГЕОИНФОРМАТИКИ

1.1. Геоинформатика: предмет и метод

*Геоинформатика** – наука, технология и производственная деятельность по научному обоснованию, проектированию, созданию, эксплуатации и использованию географических информационных систем, по разработке геоинформационных технологий, по прикладным аспектам или приложениям ГИС для практических или геонаучных целей.

Предметом геоинформатики является исследование с использованием автоматизированных географических систем пространственно-временных особенностей процесса возникновения, функционирования и развития пространственно-временных природно-общественных геосистем (географической оболочки и географической среды).

Методом геоинформатики является автоматизация сбора, обработки и анализа данных о пространственных объектах, процессах и явлениях.

1.2. Понятие объекта исследования геоинформатики. Свойства геоданных

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, таким как пространственность, комплексность, конкретность, картируемость.

Свойства геоданных:

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

*Здесь и далее использованы некоторые определения из [6].

– качественные и количественные характеристики объекта, указанные в виде атрибутивной базы данных объекта или полученные с помощью применения запросов или математического аппарата 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) [16].

1.3. Связь геоинформатики с геодезией, картографией, фотограмметрией, дистанционным зондированием Земли, программированием

Геоинформатика дает мощный программный инструментарий для компьютерной автоматизированной обработки и последующей интерпретации и представления данных топографо-геодезических, геофизических, астрономо-геодезических и других наблюдений.

На основе геоинформационного обеспечения обработки разнородных данных осуществляется комплекс технологических операций по автоматизированному картографированию и получению всевозможных картографических произведений.

В настоящее время одним из основных источников данных о пространственных объектах, процессах и явлениях географической, геологической и космической среды являются методы фотограмметрии и дистанционного зондирования [7, 17]. При этом обработка и интерпретация наблюдений также осуществляется с использованием геоинформационных систем. Широкий круг решаемых задач, а также использование разнородной информации предполагают наличие гибкого, настраиваемого программного инструментария, который может быть получен только при тесном взаимодействии геоинформатики с программированием.

1.4. Понятие геоинформационной системы

Геоинформационные, или географические информационные, системы (ГИС) – это программно-технические комплексы, управляемые коллективом специалистов и предназначенные для работы с цифровыми моделями пространственных объектов процессов и явлений [25].

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

1.5. Структура геоинформационной системы

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

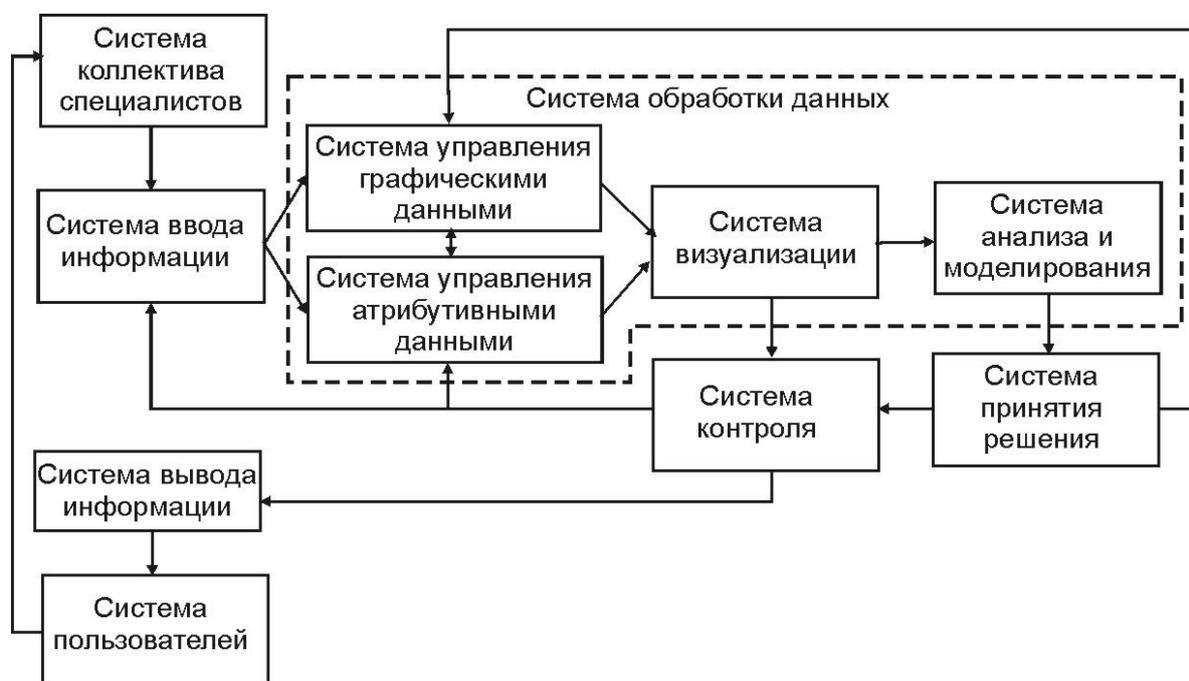


Рис. 1. Структура ГИС

1.6. Функциональные возможности геоинформационной системы

В настоящее время благодаря всестороннему использованию геоинформации во всех сферах жизни и деятельности современного общества функционал географических систем стремительно расширяется. Ключевыми направлениями использования ГИС являются:

- цифровое картографирование [3, 23];
- кадастровая деятельность [42];
- геодезические, геофизические, гравиметрические и другие работы с использованием геодезического оборудования [1, 5, 39];
- фотограмметрическая обработка данных дистанционного зондирования Земли (ДДЗЗ) [46];
- навигационное обеспечение [19];
- создание геоинформационной основы систем территориального управления и поддержки принятия решений [24, 38];
- организация функционирования информационных систем обеспечения градостроительной деятельности [48];
- геоинформационный анализ, мониторинг и моделирование [22, 58];
- раннее прогнозирование, предотвращение и ликвидация кризисных ситуаций [58].

1.7. Модули геоинформационной системы

Основные модули ГИС представлены на рис. 2.

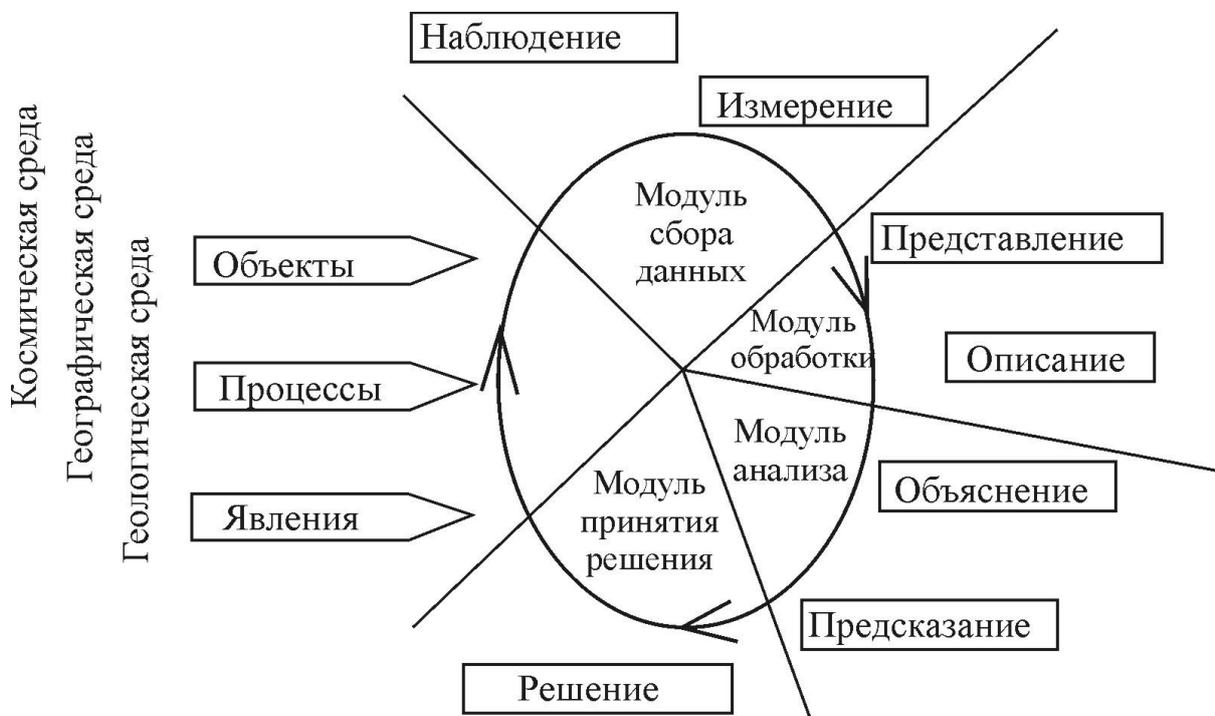


Рис. 2. Модули ГИС

1.8. Инфологическая модель данных в геоинформационной системе

Инфологическая модель данных представлена на рис. 3.

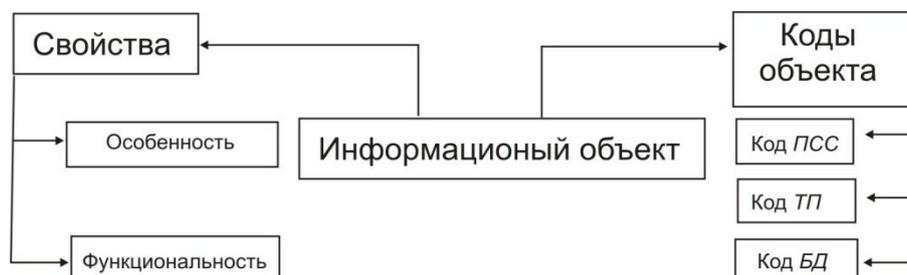


Рис. 3. Инфологическая модель информационного объекта ГИС

На рис. 3:

– *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.

1.9. Классификация геоинформационных систем

Наиболее полно классификация ГИС дана в работе [48].

Укрупненная схема оснований классификации ГИС представлена на рис. 4.

В силу совершенствования геоинформационных систем и разработки нового программного обеспечения большинство классификационных

Например, по способу предоставления информации выделяют локальный, сетевой, глобальный (геопортальные интернет-технологии) уровни.

Классификация геоинформационных систем по функциональным возможностям приведена в табл. 1 [4].

Таблица 1

Класс/функции	Ввод атрибутивных данных	Ввод пространственной информации	Создание баз данных всех типов	Запросы	Анализ и моделирование
Инструментальные ГИС	да	да	да	да	да
ГИС-вьюеры	нет	нет	нет	да	ограничены
Справочные картографические системы	нет	нет	нет	да	да
Векторизаторы картографических изображений	да	да	да	нет	нет
Средства пространственного моделирования	да	нет	ограничено	да	да
Средства обработки данных зондирования	ограничен	да	ограничено	да	ограничены
Программные комплексы геопорталов	да	да	да	да	да

В прил. 1 показаны примеры геоинформационных проектов, выполненных с применением различных по функциональности геоинформационных систем.

2. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ЗЕМЕЛЬНО-ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

2.1. Понятие земельно-информационных систем

Земельно-информационные системы (ЗИС) – один из видов геоинформационных систем, функции которого заключаются в автоматизации процесса управления объектами недвижимости, создании ЕГРН и рациональном использовании земельных ресурсов [41].

Классическое определение земельно-информационных систем основано на функциональных качествах и характеризует их как компьютерные системы, предназначенные для автоматизации процессов управления земельными ресурсами и оптимизации учета земель при налогообложении. Это определение уходит корнями в середину прошлого века, ведь именно тогда появились первые ЗИС, основным предназначением которых было создание и ведение электронных баз данных по земельным участкам.

2.2. Виды и функции земельно-информационных систем

В современном понимании земельно-информационные системы можно подразделить на следующие виды.

1. Системы учета объектов недвижимости.
2. Системы автоматизации рабочего места агронома.
3. Системы ведения градостроительной деятельности и территориального планирования.
4. Системы контроля и учета состояния почвенного покрова.
5. Системы управления территориально-распределенными промышленно-хозяйственными комплексами.

Ранжирование функций ЗИС в зависимости от объекта исследования и уровня важности полученных данных представлено на рис. 5.

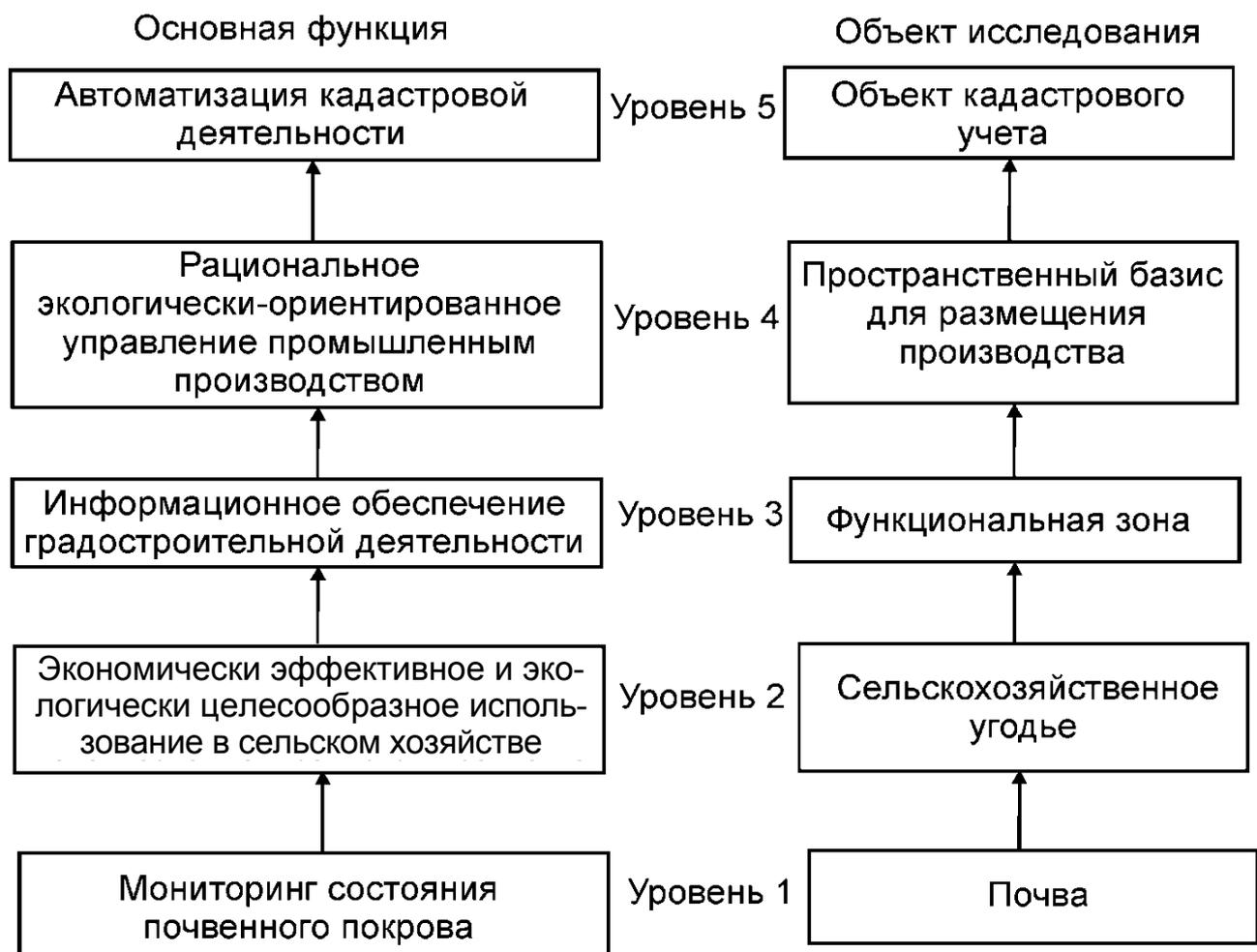


Рис. 5. Ранжирование функций ЗИС

Из рис. 5 очевидно, что данные, находящиеся на первом уровне, а именно характеристика почвенного покрова и его мониторинг, являются наиболее важными показателями, которые определяют последующее использование земли.

Однако не следует забывать, что при формировании экономической пирамиды благосостояния и развития региона в целом необходимо представлять земельный участок в первую очередь как объект кадастрового учета (рис. 6).



Рис. 6. Земля как основа развития региона

Таким образом, существующие подходы к исследованию и организации мониторинга земельных ресурсов средствами современных земельно-информационных систем основываются в первую очередь на одном из двух положений: «Земля – среда обитания» и «Земля – средство производства».

2.3. Отличие геоинформационных систем от земельно-информационных систем

Сравнительный анализ характеристик ГИС и ЗИС приведен в табл. 2.

Таблица 2

Признаки	ЗИС	ГИС
Основная единица пространства	Объект недвижимости	В зависимости от проекта – глобальный, региональный или локальный уровни территории
Масштабы	1 : 500 – 1 : 10000	Любой масштаб в зависимости от требований проекта и исходной пространственной информации
Точность	мм ÷ см	Точность зависит от исходных данных и степени генерализации
Степень детализации	С точностью каждой поворотной точки границы объекта недвижимости	Генерализация применяется в зависимости от масштаба создаваемой цифровой топографической карты или плана
Цель сбора данных	Выполнение ведомственных задач	В зависимости от задач геоинформационного проекта (кадастровый учет и регистрация, градостроительство, навигация, мониторинг территории и т. д.)
Долговечность данных (срок пригодности)	Бессрочное хранение	В зависимости от проекта
Актуальность	Актуализация данных происходит при появлении изменений в правовом или координатном описании объекта	Актуализация происходит в зависимости от требований к геоинформационному проекту и объемов финансирования
Типы данных	Векторные данные и геометрические соотношения	Растровые и (или) векторные данные
Возможности системы	Обработка данных, хранение данных, тематический анализ информации	Расширенные функции геоинформационного анализа и моделирования

Из табл. 2 следует, что между ГИС и ЗИС существует ряд отличий, которые в первую очередь определяются видом земельно-информационной системы. ГИС являются более универсальным программным обеспечением и в некоторых случаях могут быть применены как альтернатива ЗИС. Например, рассмотренные в табл. 2 ЗИС относятся к системам учета объектов недвижимости и их применение практически невозможно на национальном и глобальном уровнях в силу отсутствия карт и планов крупного масштаба на большую территорию Российской Федерации [27].

3. ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Как и другие разновидности программного обеспечения, ГИС появились сравнительно недавно – в середине XX в. Первые ГИС были типичными представителями земельно-информационных систем. Они появились в 1950–1970-е гг. [53]. Были созданы колоссальные по размеру и количеству компонентов электронные вычислительные машины. Например, построенная в СССР электронно-вычислительная машина (ЭВМ) «Стрела» состояла из 6 400 электронных ламп и 60 тыс. штук полупроводниковых диодов. Их быстродействие не превышало 2–3 тыс. операций в секунду, оперативная память не превышала 2 Кб. При этом вес машины составлял 33 т, а занимаемая площадь – 300 кв. м.

Фотография процессорного блока показана на рис. 7.



Рис. 7. Блоки процессора ЭВМ «Стрела»

Несмотря на низкую производительность, первые ЭВМ начали активно применяться и для работы с пространственными данными. Их задачами были создание базы данных и графическая интерпретация информации по земельным ресурсам.

Одними из первых земельно-информационных систем были Канадская ГИС и автоматизированный Шведский земельный банк. В роли классических геоинформационных систем выступали программные продукты, разработанные Гарвардской лабораторией машинной графики: программа для многоцелевого картографирования, модуль вывода картографического изображения для печати на плоттере, а также модуль просмотра перспективных трехмерных изображений [37].

Канадская ГИС являлась типичной на сегодняшний день национальной земельно-информационной системой учета и планирования использования земельных ресурсов. Ее основное назначение состояло в анализе многочисленных данных, накопленных Канадской службой земельного учета, и получении статистических данных о земельных участках, которые бы использовались при разработке планов землеустройства огромных площадей преимущественно сельскохозяйственного назначения. Для этих целей была выполнена классификация земель по функциональным зонам, произведена векторизация сложившейся структуры землепользования с использованием послойного представления информации. Одним из технических достижений, определившим направления развития современной цифровой картографии на последующие 50 лет, стало изобретение сканирующего устройства. Появилась возможность передавать в машинную среду растровые копии бумажных карт. После векторизации земельных угодий появилась возможность точного определения их площади.

На рис. 8 представлена одна из первых созданных и распечатанных с помощью геоинформационной системы карта масштаба 1 : 50 000.

Основная черта ГИС первого периода развития – очень высокая стоимость создаваемого продукта, применение только штучных версий программ и уникальных ЭВМ на уровне государства или крупных научно-исследовательских центров.

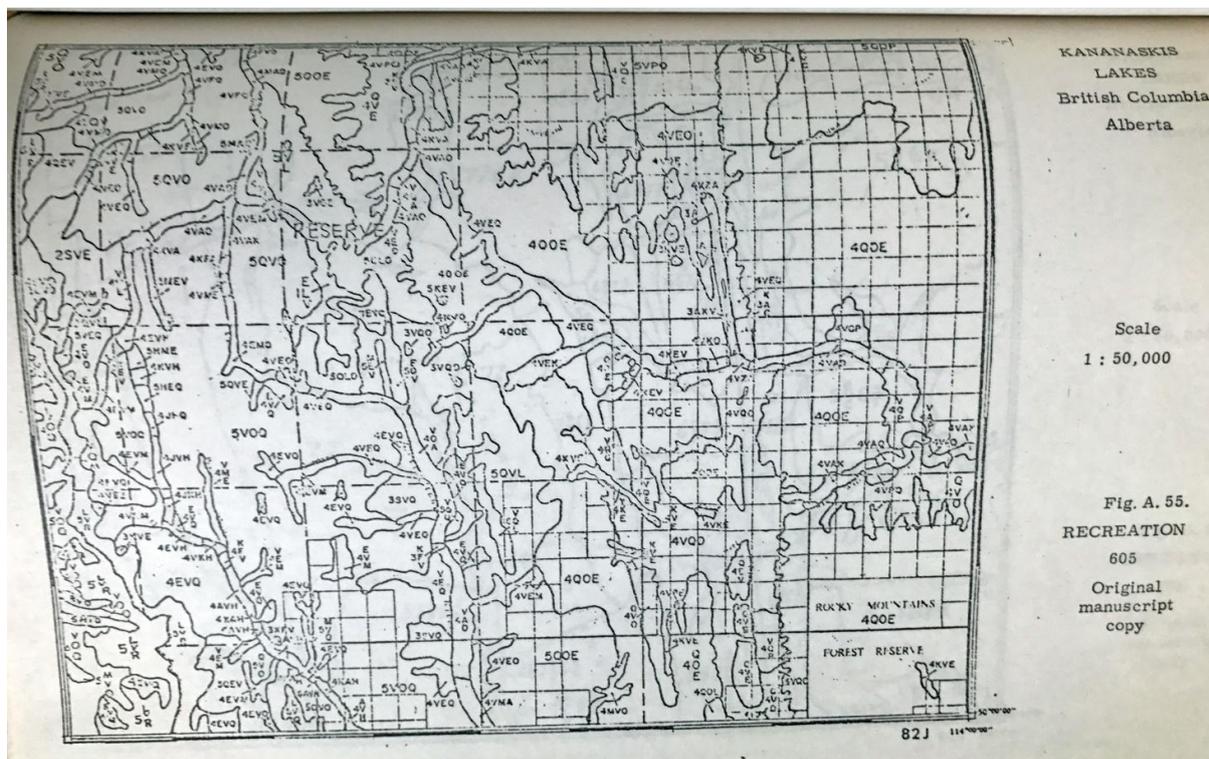


Рис. 8. Аналоговая копия цифровой карты масштаба 1 : 50 000, созданная и распечатанная с помощью Канадской ГИС

Среди основоположников ГИС того времени выдающуюся роль сыграли Роджер Томлисон и Джек Данжермонд [6, 50].

Роджер Ф. Томлинсон является президентом канадской консалтинговой компании Tomlinson Associates Ltd. Consulting Geographers, которую он основал в 1963 г. В течение 12 лет он был председателем Комиссии по ГИС Международного географического союза и известен как «отец ГИС» благодаря своим пионерным исследованиям для правительства Канады в области применения компьютерных технологий для инвентаризации земель в начале 1960-х гг. Именно Томлинсон впервые ввел понятие «географическая информационная система», разрабатывая ГИС Канады – первую компьютерную ГИС в мире. Он получил две степени бакалавра и степень магистра в Университете Макгилла (Монреаль, Канада), а также степень доктора наук в Университетском колледже Лондона (Великобритания). Доктор Томлинсон является автором многих фундаментальных работ, включая монографию «Думая о ГИС», изданную ESRI Press и переведенную на русский язык компанией ДАТА+ [62].

В США Джек Данжермонд начал формировать службу, которая предоставляла услуги по реализации геоинформационных методов и технологий уже с учетом современного на тот период времени научного подхода. Имея образование в области планирования городских территорий, он представил научное обоснование землепользования в своей диссертации. Данжермонд показал возможности математического анализа данных о территории с использованием геоинформационных систем. Накопленный опыт позволил ему в 1969 г. собрать команду специалистов и создать Институт исследования систем окружающей среды (Environmental Systems Research Institute — ESRI, Inc.), президентом которого он является и в настоящее время. Компания ESRI – ведущий разработчик программных решений и технологий в области геоиндустрии. Программный продукт – ArcGis от фирмы Esri – является одной из самых современных и многофункциональных геоинформационных систем в мире.

Далее динамика развития ГИС шла прямо пропорционально развитию аппаратного обеспечения. Эпоха появления и начала использования микропроцессоров – 1970–1980-е гг. – ознаменовалась и появлением первых настольных ГИС серийного (коробочного) производства, которые разрабатывались независимо от платформы ЭВМ и могли работать под разными операционными системами.

Еще одним мощным толчком в развитии геоинформатики в этот период послужило внедрение спутниковых технологий. На орбиту Земли были успешно выведены спутники, позволяющие получать изображения поверхности Земли в разных зонах спектра. Также специальные группировки спутников совместно с наземными центрами обработки и приема сигналов позволили определять координаты любых объектов на поверхности Земли. Сначала США в период с 1973 по 1993 г. разработали и внедрили систему GPS – Global Positioning System (систему глобального позиционирования), а затем и СССР/Россия – систему ГЛОНАСС (глобальную навигационную спутниковую систему, 1976–2008 гг.).

В настоящее время реализуются сложные геоинформационные проекты, в которых реализовано фотореалистичное, виртуальное представление пространственных объектов, процессов и явлений на основе организации динамического мониторинга их состояния (мониторинг в режиме реального времени) [9].

4. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

4.1. 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.

В нормативно-правовом смысле информационная система определяется как «организационно упорядоченная совокупность документов (массив документов) и информационных технологий, в том числе и с использованием средств вычислительной техники и связи, реализующих информационные процессы» [43].

Структура информационной системы – состав, порядок и принципы взаимодействия отдельных ее частей [53].

Структура информационной системы состоит из четырех основных частей:

- 1) операционная система, обеспечивающая управление функционированием всей информационной системы;
- 2) платформа, преобразующая интерфейсы операционной системы в нужную форму и предоставляющая необходимые виды информационных услуг;
- 3) прикладные программы, выполняющие задачи, ради которых создана информационная система;
- 4) область взаимодействия, предоставляющая услуги связи прикладных программ, расположенных как в одной, так и в нескольких информационных системах.

Информационные системы состоят из следующих подсистем.

1. Функциональные подсистемы, которые 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 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 для 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, которые включают:

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

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

4.2. Классификация информационных систем

Информационные системы можно классифицировать по следующим основаниям:

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

– *объекты управления*. Системы подразделяются на информационные системы автоматизированного проектирования, управления технологиче-

скими процессами, управления предприятием (офисом, фирмой, корпорацией, организацией) и ГИС 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.

4.3. 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;

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.

4.4. 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, предлагается выделить *три типа ИС*.

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

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

3. *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).

4.5. 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. Достоинствами командного языка являются его гибкость и мощность.

4.6. Информационная технология обработки данных

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) *хранение данных*. Многие данные необходимо сохранять для последующего использования. Для их хранения создаются базы данных;
- г) *создание отчетов* (документов). Документы могут создаваться как по запросу или в связи с проведенной фирмой операцией, так и периодически в конце определенного временного интервала.

4.7. Целостность и защита данных

Одной из важнейших задач, решаемой СУБД, является поддержание в любой момент времени взаимной непротиворечивости, правильности и точности данных, хранящихся в базах данных. 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. В обеих ситуациях нарушения целостности базы данных имеют непреднамеренный характер.

Целостность базы данных может быть нарушена в результате сбоя оборудования, программной ошибки в СУБД, операционной системе или прикладной программе, а также 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 правильного 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 от хищения, модификации и уничтожения информации.

Вопросы защиты информации в информационных системах решаются для того, чтобы изолировать нормально функционирующую информаци-

онную 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.

4.8. 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;
- геоинформационные системы;
- системы автоматизированного проектирования и др.

5. ОСНОВЫ ТЕОРИИ БАЗ ДАННЫХ

5.1. Данные и базы данных

Данные – информация, представленная в виде, пригодном для обработки автоматическими средствами при возможном участии человека.

ГИС использует разнообразные данные об объектах, характеристиках земной поверхности, информацию о формах и связях между объектами, различные описательные сведения. Для того чтобы полностью отобразить геообъекты реального мира и все их свойства, понадобилась бы бесконечно большая база данных. Поэтому, используя приемы генерализации и абстракции, необходимо свести множество данных к конечному объему, легко поддающемуся анализу и управлению (рис. 9, 10) [54].

Генерализация – это отбор и обобщение изображаемых на топографической карте (плане) объектов и явлений соответственно назначению, масштабу, содержанию карты (плана) и особенностям картографируемой территории. Приемы генерализации одинаково подходят к применению для отображения пространственных объектов процессов или явлений, как на традиционных бумажных картографических произведениях, так и в электронных картах и планах. В отличие от генерализации, требования к выполнению которой строго регламентированы инструкциями по составлению карт и планов различных масштабов в определенных условных знаках, картографическая абстракция определяется только спецификой и назначением картографического произведения. В большинстве случаев абстракция применяется при составлении электронных баз данных по пространственным объектам. *Абстракция* заключается в том, что составитель электронной базы данных сознательно ограничивает перечень характеристик пространственного объекта и определяет только те из них, которые необходимы для параметризации пространственного объекта в зависимости от целей его использования в электронной карте. Например, при составлении электронного адресного плана населенного пункта можно

легко абстрагироваться от таких характеристик зданий, как год постройки, материал стен, а в качестве основных выбрать адрес, количество этажей, назначение здания.



Рис. 9. Пример применения к пространственным данным процедуры абстракции

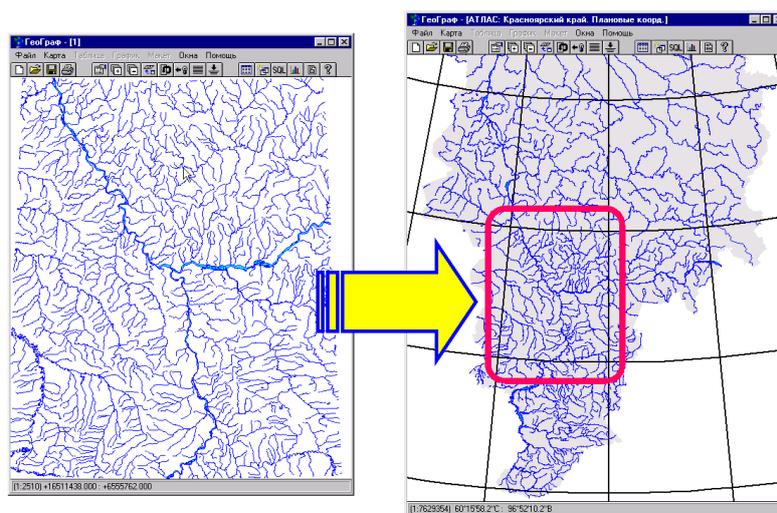


Рис. 10. Пример применения к пространственным данным процедуры генерализации

Генерализация и абстракция достигаются 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.

5.2. Базовые модели данных в геоинформационных системах

При проектировании структуры и содержания геоинформационной системы могут применяться следующие модели данных [6]:

- инфологическая модель;
- иерархическая модель;
- квадратомиическое дерево;
- реляционная модель;
- модель данных «сущность – связь»;
- сетевые модели.

Инфологическая модель дает формализованное описание проблемной области независимо от структур данных. Инфологическая область моделирования данных охватывает естественные для человека концепции отображения реального мира. Одно из главных понятий инфологической модели – объект. Это понятие связано с событиями: возникновение, исчезновение и изменение. Объекты могут быть атомарными или составными. Инфологическая модель позволяет выделить три категории фактов: истинные, значимые и ложные.

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.

Инфологическая модель носит описательный характер. В силу некоторой произвольности форм описания в настоящее время не существует общепринятых способов ее построения. Используют аналитические методы, методы графического описания, системный подход.

Иерархическая модель – описывает связи между данными в виде жестких линий соподчинения, структурировано связи должны образовывать упорядоченное дерево. Одно из важных понятий для этой модели – уро-

вень. 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 двумерная геометрическая область рекурсивно подразделяется на квадранты, что определило название данной модели (рис. 11).

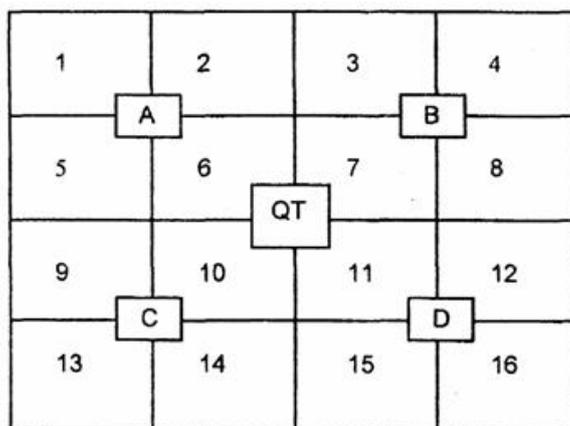


Рис. 11. Пример квадратомической модели

Реляционная модель данных, разработанная Коддом еще 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, таблица 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 о данных, 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.

5.3. Банк данных в геоинформационных системах

Банк данных (БнД) – информационная система централизованного хранения и коллективного использования данных. Содержит совокупность баз данных, СУБД и комплекс прикладных программ. БнД называют локальным, если он размещен в одном вычислительном центре (ВЦ) или на одном компьютере; распределенные банки данных – это системы, объединенные под общим управлением и посредством компьютерной сети территориально разобщенных локальных БнД. Картографические банки данных именуется также банками цифровых карт (БЦК).

На рис. 12 показана схема создания банка данных на основе информации, полученной инструментальными методами [1].

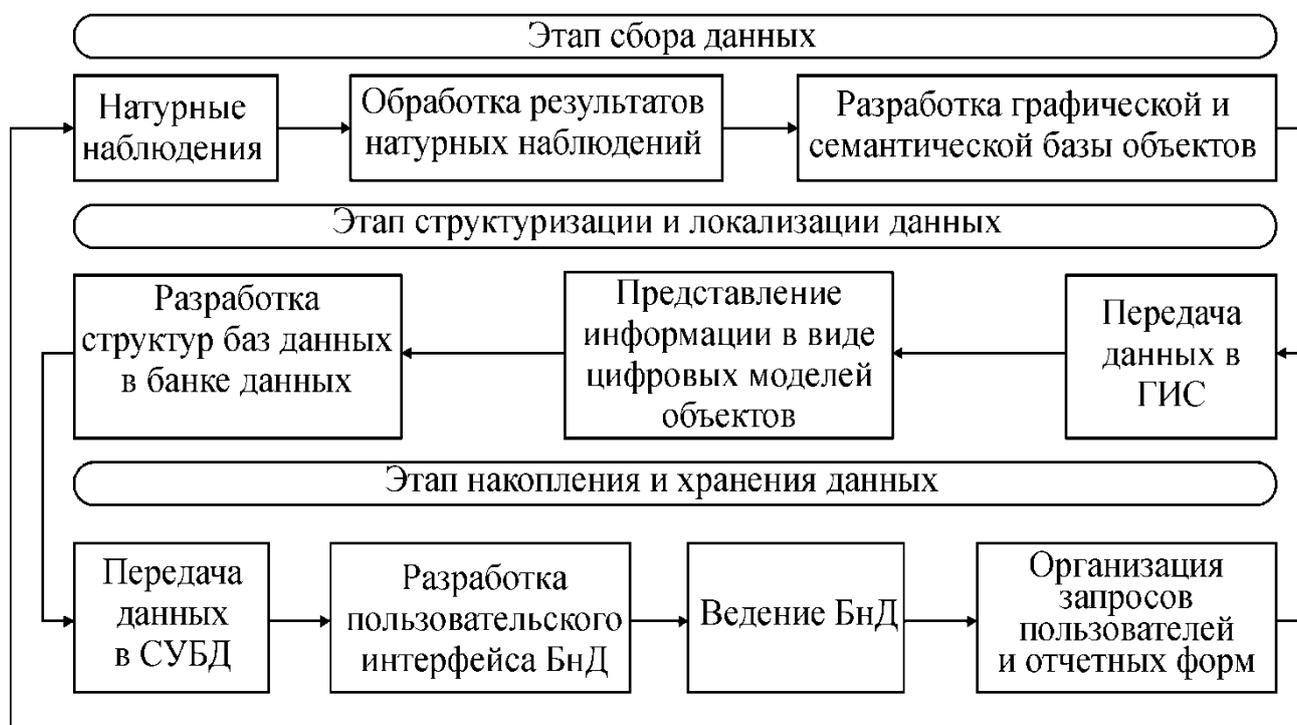


Рис. 12. Схема создания банка данных

Банки данных пространственной информации имеют широкое практическое применение в территориальном управлении, исследовании природных ресурсов, решении геонаучных задач, пространственном анализе и моделировании природных и общественных геосистем [18].

5.4. Проектирование баз данных, основные этапы

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

Этапы проектирования базы данных представлены на рис. 13.

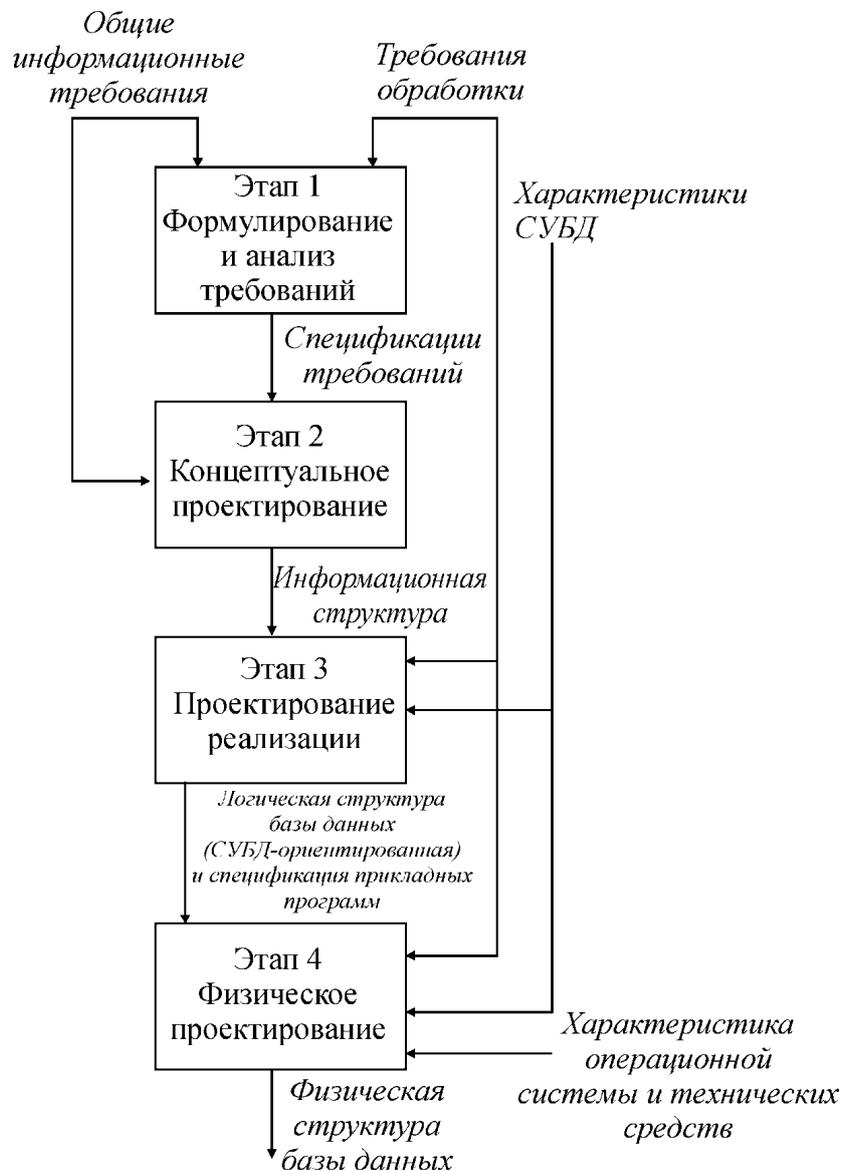


Рис. 13. Проектирование БД

Существует множество классификаций баз данных по различным основаниям.

БД по модели данных делятся 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 третьей памяти.

БД также классифицируются по содержанию: географические, исторические, научные, мультимедийные и т. д.

По степени распределенности можно выделить следующие виды БД: централизованные (сосредоточенные), распределенные.

Отдельное место в теории и практике занимают пространственные, временные и пространственно-временные БД.

5.5. Система управления базами данных

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

Модель данных – это формальное описание представления и обработки данных в системе управления базами данных, которая включает три основных аспекта:

- во-первых, аспект структуры (методы описания типов и логических структур данных в базе данных);
- во-вторых, аспект манипуляции (методы манипулирования данными);
- в-третьих, аспект целостности (методы описания и поддержки целостности базы данных).

Каждая БД и СУБД строится на основе некоторой явной или неявной модели данных. Все СУБД, построенные на одной и той же модели данных, относят к одному типу. Например, основой реляционных СУБД является реляционная модель данных, сетевых СУБД – сетевая модель данных, иерархических СУБД – иерархическая модель данных и т. д.

5.6. Экспертная система

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.

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).

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.

АСППР включает целый ряд средств, объединенных общей целью – способствовать принятию рациональных и эффективных управленческих решений на базе диалоговой автоматизированной системы, использующей правила принятия решений и соответствующие модели с базами данных, а также интерактивный компьютерный процесс моделирования. АСППР состоят из двух компонентов: хранилища данных и аналитических средств. Хранилище данных представляет собой 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 представ-

ление данных в терминах предметной области. Для пользователей различной квалификации АСППР располагают различными типами интерфейсов доступа к своим сервисам [57].

Схема функционирования АСППР показана на рис. 14.

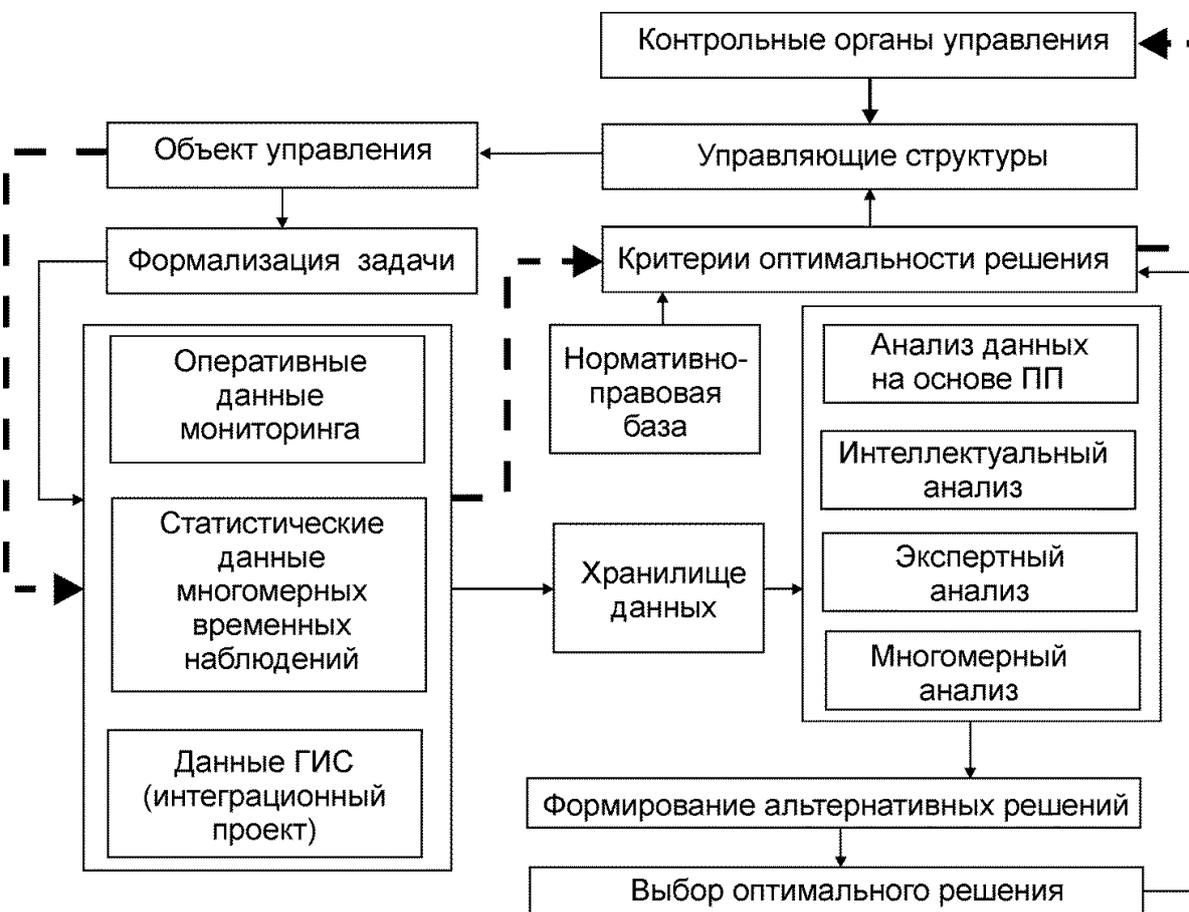
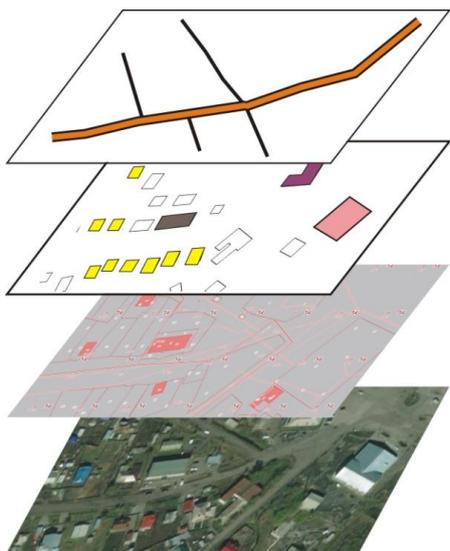


Рис. 14. Схема функционирования АСППР

На рис. 14 пунктирными линиями показан цикл операций по государственному контролю за состоянием объекта управления. Связующее звено между объектом управления и управляющей структурой может отсутствовать. Показателями отсутствия управляющего воздействия являются 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 Российской Федерации.

6. ОБРАБОТКА ДАННЫХ В ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

6.1. Понятие слоя в геоинформационных системах



Слой в ГИС – 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, 6].

Пример послойного представления объектов в ГИС показан на рис. 15.

Рис. 15. Пример послойного представления объектов в ГИС

6.2. Системы координат и картографические проекции в геоинформационных системах

Системы координат – комплекс определений, реализующий метод координат, т. е. способ определять положение точки или тела с помощью чисел или других символов [1, 14].

Картографическая проекция – математический способ построения на плоскости картографической сетки (параллелей и меридианов), на основе которой на карте изображают поверхность земного шара. Сферические поверхности нельзя развернуть на плоскости без складок и разрывов, поэтому на картах неизбежны искажения длин, углов и площадей.

По характеру искажений, возникающих при изображении поверхности Земли на плоскости, картографические проекции подразделяются на равноугольные, равновеликие, равнопромежуточные и произвольные. Выбор той или иной проекции зависит от назначения, содержания, а также от размеров, конфигурации и географического положения картографируемой территории. По виду изображения на плоскости картографической сетки (параллелей и меридианов) различают цилиндрические, конические, азимутальные и другие проекции. Причем в каждой из этих групп могут быть разные по характеру искажений проекции (равноугольные, равновеликие и т. д.).

6.3. Источники пространственных данных для геоинформационных систем

Источниками пространственных данных в ГИС являются:

- а) общегеографические карты (топографические, масштаб 1 : 200 000 и крупнее; обзорно-топографические, масштаб от 1 : 200 000 до 1 : 1 000 000 включительно) и обзорные (мельче 1 : 1 000 000);
- б) тематические карты (карты природы, народонаселения, экономики, политические, административные, исторические);
- в) серии карт и комплексных атласов (сведения приводятся в единообразной, систематизированной, взаимно согласованной форме: по проекции, масштабу, степени генерализации, современности, достоверности и другим параметрам);
- г) данные дистанционного зондирования Земли (аэрофотосъемка и космическая съемка поверхности Земли) [47];
- д) статистические материалы (гидрологические и метеорологические данные, данные по основным социально-экономическим показателям и другие текстовые материалы);
- е) результаты полевых наблюдений, выполненных с использованием различных измерительных приборов.

6.4. Представление пространственных данных в геоинформационных системах

Пространственные данные в ГИС представлены следующими примитивами: *точка* (точечный объект), *линия* или *полилиния* (линейный объект), *полигон* (площадной объект), *текст* (текстовый объект). Пространственные данные в ГИС могут быть представлены следующими объектами: *группа* – совокупность объектов одной мерности; *коллекция* – совокупность объектов разного уровня локализации в пределах одного масштаба карты. Классическим примером пространственных данных «коллекция» является объединение в один объект всех элементов одной водосборной площади (как правило, на территории водосбора, представленной в цифровом виде, можно выделить линейные, площадные и точечные объекты, относящиеся к гидрографической сети).

Модели пространственных данных отражают логические правила формализованного цифрового описания объектов реальности как пространственных объектов. Из цифровых представлений пространственных данных (которые и принято называть моделями пространственных данных) состоит база данных любой ГИС.

Традиционно различают базовые модели пространственных данных:

- векторные модели, подразделяемые на два типа: топологические и нетопологические модели;
- растровые модели;
- регулярно-ячеистые модели, формально схожие с растровыми.

6.5. Растровые модели геоинформации

Растровая модель данных – цифровое представление пространственных объектов в виде совокупности ячеек раstra (пикселей) с присвоенными им значениями класса объекта. Растровая модель предполагает позиционирование объектов путем указания их положения в соответствующей раstrу прямоугольной матрице единообразно для всех типов пространственных объектов (точек, линий, полигонов и поверхностей).

Растровые копии карт и планов получают с помощью процедуры сканирования. Как правило, в картографическом производстве используют

профессиональные планшетные или барабанные сканеры. С их помощью выполняется точное сканирование картматериала. Однако для высококачественного сканирования картографического материала не всегда удается найти профессиональный сканер.

Преимуществом планшетных сканеров является возможность сканирования материалов больших размеров, шириной до 1 м. Также планшетные сканеры, благодаря возможности увеличения зазора между сканирующим элементом и прижимным механизмом, позволяют сканировать оригиналы толщиной до 12 мм. Как правило, такую толщину имеют карты, наклеенные на жесткую основу: лист алюминия или фанеры. Барабанные сканеры являются более высокоточными, нежели планшетные, при сканировании отсутствует ошибка, связанная с протяжением сканируемых материалов. Однако на барабанных сканерах можно сканировать только карты на бумаге или прозрачной пленке. Толстые негнувшиеся картографические материалы сканировать на них невозможно. Общим недостатком профессиональных сканеров является их большая стоимость. Стоимость планшетного сканера А0 формата составляет приблизительно 10–12 тыс. долл. Его покупка будет оправдана, если предприятие или фирма выполняет большие объемы работ, связанных со сканированием. Единичные работы по сканированию карт и планов можно выполнять на непрофессиональных сканерах А3 или А4 форматов. Однако здесь требуется более сложная процедура коррекции растрового изображения, его сшивка и нормализация. Основные форматы растровых данных: **tif, jpg, bmp, pzx, geotif**.

Современные программы для сканирования позволяют выполнять коррекцию растрового изображения и исключать ошибки, связанные с наличием деформации исходного картографического материала.

В первую очередь, ошибки могут быть связаны с наличием заломов, сгибов, деформаций картографического материала. Кроме того, в процессе обработки растрового изображения следует учитывать и систематические ошибки, которые дает сканирующее устройство.

Сканер – устройство аналого-цифрового преобразования изображения для его автоматизированного ввода в ЭВМ в растровом формате.

Сканирующая способность (dpi Dots Per Inch) – это численное значение, которое показывает число точек растра на дюйм, воспроизводимое отображающим устройством или сканером.

Сканирование – аналого-цифровое преобразование изображения в цифровую растровую форму с помощью сканера или других технических устройств (например, цифровых фото- или видеокамер).

6.6. Векторные модели геоинформации

Векторная модель данных – цифровое представление точечных, линейных и полигональных пространственных объектов в виде набора координатных пар с описанием только геометрии объектов.

Векторное представление определяет описание изображения в виде линий и фигур, возможно, с закрашенными областями, заполняемыми сплошным или градиентным цветом. Для многих видов изображений использование математических описаний является более простым способом [53].

В векторной графике для описания объектов используются комбинации компьютерных команд и математических формул. Это позволяет различным устройствам компьютера, таким как монитор и принтер, при рисовании этих объектов вычислять, где необходимо помещать реальные точки.

Векторную графику часто называют объектно-ориентированной, или чертежной, графикой. Имеется ряд простейших объектов, или примитивов, например эллипс, прямоугольник, линия. Эти примитивы и их комбинации используются для создания более сложных изображений. Если посмотреть содержание файла векторной графики, обнаруживается сходство с программой. Он может содержать команды, похожие на слова, и данные в кодах компьютерных программ, поэтому векторный файл можно отредактировать с помощью текстового редактора.

Преимущества векторной графики заключаются в следующем:

- простота масштабирования изображения без ухудшения его качества;
- независимость объема памяти, требуемой для хранения изображения, от выбранной цветовой модели.

Недостатком векторных изображений является их некоторая искусственность, заключающаяся в том, что любое изображение можно разбить на конечное множество составляющих его примитивов.

6.7. Математическая интерпретация обработки информации в геоинформационных системах

Для математического описания и анализа циркуляции информационных потоков предлагается аналитическая модель ГИС. Схема данной модели представлена на рис. 16.

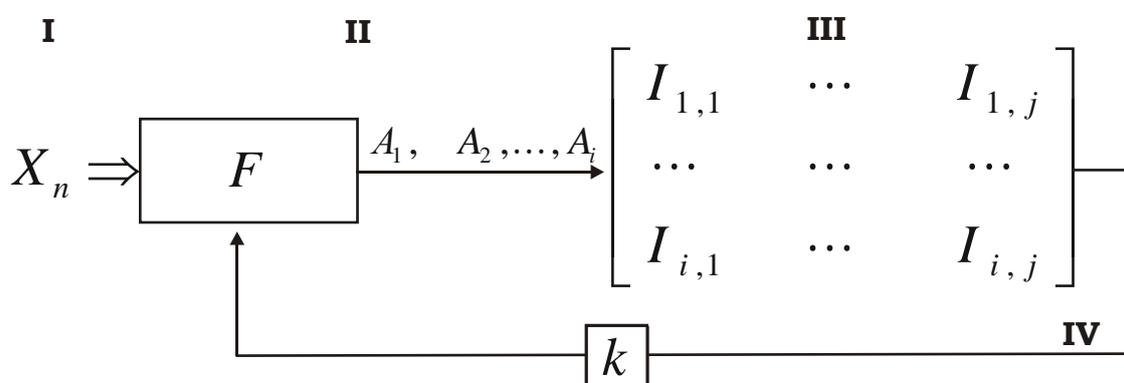


Рис. 16. Схема модели информационных потоков ГИС

На рис. 16: $X_i, i = 1, 2, \dots, n$ – информационные фрагменты, исходные данные, полученные в процессе проведения комплекса работ по сбору информации; F – процесс обработки информации; A_1, A_2, \dots, A_i – виды работ; $I_{1,1}, I_{1,2}, \dots, I_{ij}$ – 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; IV – блок анализа и принятия управленческого решения.

7. ЦИФРОВАЯ КАРТОГРАФИЯ: ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ

7.1. Автоматизированное картографирование, цифрование: основные понятия

Автоматизированное картографирование – применение технических и аппаратно-программных средств, в том числе автоматических картографических систем (АКС), компьютерных технологий и логико-математического моделирования для составления, оформления, редактирования, издания и использования карт и других картографических произведений. Автоматизированное картографирование исключает трудоемкие ручные процессы, повышает производительность труда, качество карт, надежность результатов их анализа. Автоматизированное картографирование включает этапы ввода данных в АКС, их автоматическую обработку, преобразование по соответствующим программам и алгоритмам и вывод, визуализацию данных в картографической форме [3, 6].

Цифрование (оцифровка, дигитализация, сколка, скалывание) – процесс аналого-цифрового преобразования данных, т. е. перевод аналоговых данных в цифровую форму, доступную для существования в цифровой машинной среде или хранения на машиночитаемых средствах с помощью цифрователей (дигитайзеров) различного типа. В геоинформатике, компьютерной графике и картографии цифрование – это преобразование аналоговых графических и картографических документов (оригиналов) в форму цифровых записей, соответствующих векторным представлениям пространственных объектов [3].

На предприятиях, занимающихся созданием цифровых моделей местности, а также цифровых топографических карт (ЦТК), применяется следующая последовательность технологических операций автоматизированного картографирования, представленная на рис. 17.

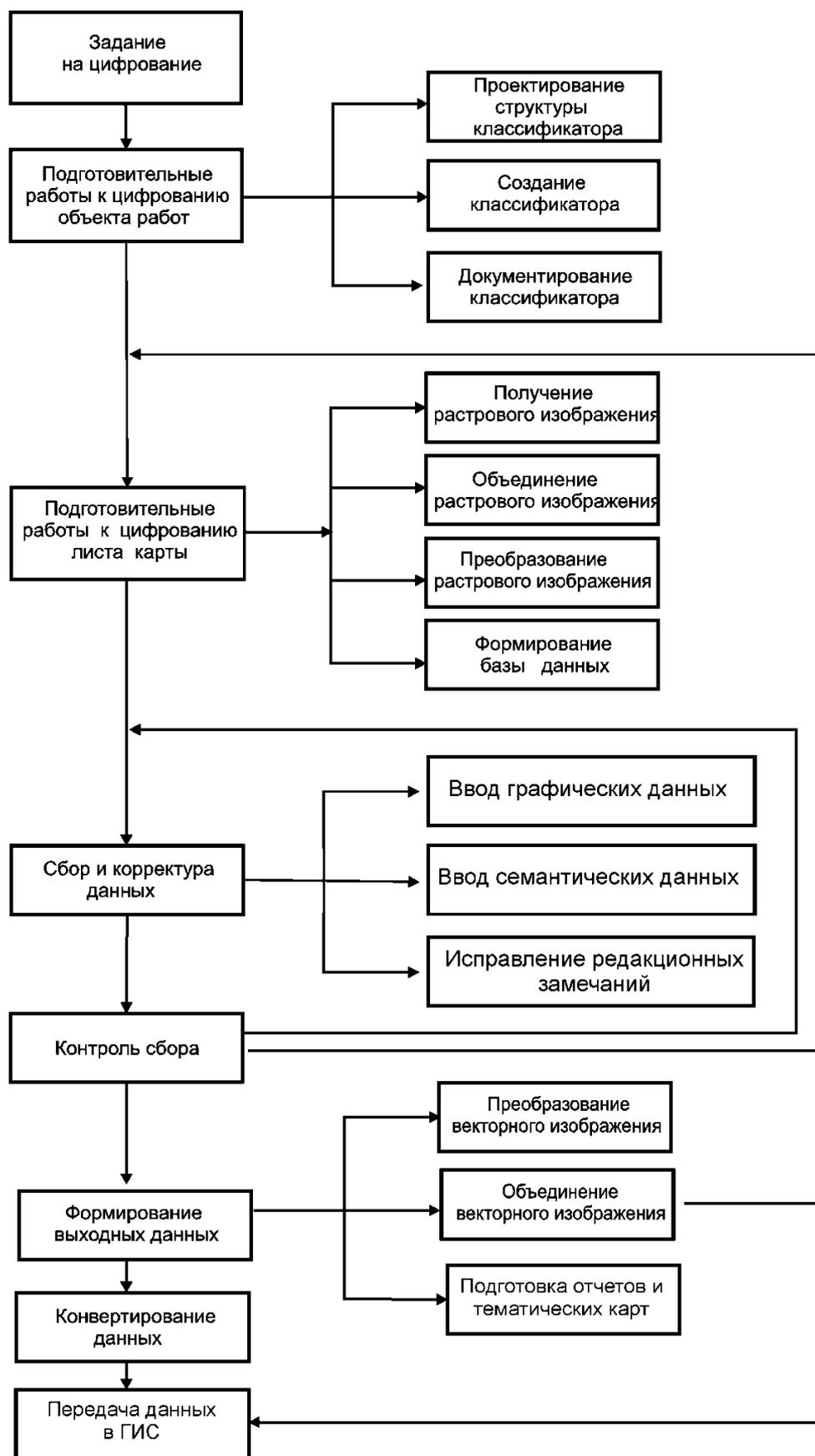


Рис. 17. Схема технологического процесса по созданию ЦТК на картографическом производстве

7.2. Цифровая карта, цифровая модель местности, электронная карта

Цифровая модель местности (ЦММ) (математическая модель местности (МММ)) – цифровое представление пространственных объектов, соответствующих объектовому составу топографических карт и планов, используемое для производства цифровых топографических карт; «множество, элементами которого являются топографо-геодезическая информация о местности и правила обращения с ней» [15].

Цифровая карта (ЦК) – цифровая модель карты, созданная путем цифрования картографических источников, фотограмметрической обработки данных дистанционного зондирования, цифровой регистрации данных полевых съемок или иным способом; «цифровая модель земной поверхности, сформированная с учетом законов картографической генерализации в принятых для карт проекции, разграфке, системе координат и высот» [11].

ЦК служит основой для изготовления обычных бумажных, компьютерных, электронных карт, она входит в состав картографических баз данных, составляет один из важнейших элементов информационного обеспечения ГИС и может быть результатом функционирования ГИС.

Электронная карта – «векторная или растровая карта, сформированная на машинном носителе (например, на оптическом диске) с использованием программных и технических средств в принятой проекции, системе координат, условных знаках, предназначенная для отображения, анализа и моделирования, а также решения информационных и расчетных задач по данным о местности и обстановке» [13].

7.3. Требования к качеству цифровых карт

Цифровая карта является самым трудозатратным и дорогостоящим компонентом ГИС. Часто производство цифровой карты обходится заказчику работ гораздо дороже, чем покупка лицензионного программного обеспечения, которое было использовано для ее создания. Поэтому, с одной стороны, покупка современной лицензированной ГИС с развитой технической поддержкой для организации геоинформационного профиля, как

правило, всегда рентабельно. С другой стороны, высокая стоимость конечного геоинформационного продукта – цифровой карты или цифровой модели местности – всегда накладывает повышенные требования к его качеству. Все требования по качеству цифровых картографических произведений можно разделить на две категории. Первая – общие требования, которая выдвигает традиционная картография. В перечень *общих требований* входят [12]:

- корректность семантической информации и ее представление в виде реляционной базы данных, являющейся атрибутивным описанием пространственного объекта, процесса или явления;

- корректность системы идентификации объекта на цифровой модели;
- правильность отображения объекта в условных обозначениях для карт соответствующего масштаба;

- гладкость, точность векторизации, метрическая информативность;
- соответствие предельно допустимому уровню деформации исходного картографического материала;

- соответствие требованию создания цифровой модели в масштабе не крупнее масштаба исходного материала;

- однородность правил формирования цифровой модели.

Ко второй категории относятся *специальные требования*, присущие цифровым картам как моделям местности:

- соблюдение топологических отношений между объектами, т. е. объекты, процессы, явления, представленные на цифровых моделях, должны быть топологически корректными. Не допускаются самопересечения, наложения объектов, щелей между площадными объектами, а также перехлестов (самопересечений) линейных объектов;

- учет логики взаимного расположения объектов на цифровой модели;
- представление объектов послойно, в виде совокупности однотипных объектов, одной мерности;

- соблюдение требований точной передачи формы реального объекта в его цифровом представлении.

7.4. Единая автоматизированная информационная система комплексного использования кадастровых данных

При использовании данных кадастра возникают следующие проблемы. Множество местных кадастровых систем координат делает невозможным совмещение кадастровых единиц в едином географическом пространстве. В ряде случаев границы смежных объектов кадастрового учета, представленные в разных системах координат, накладываются друг на друга [31]. Только при компьютерной трансформации объекта можно установить несовпадение смежных границ объектов кадастра. Следует учитывать, что трансформирование объектов кадастра должно быть только аффинным, при других преобразованиях происходит сжатие или растяжение объекта и, как следствие, изменение его площади. Конечно, несомненным является факт необходимости представления кадастровых данных в плоской системе координат. Однако большинство проектов по составлению схем генерального планирования территорий субъектов Федерации или административных единиц требуют нанесения данных кадастра. При этом сама схема, как правило, составляется в сферической системе координат. Таким образом, зачастую просто невозможно выполнить точное совмещение кадастровых данных с цифровой моделью, например с картой масштаба 1 : 100 000.

Решение задачи заключается в следующем:

а) необходимо использовать единую кадастровую систему координат, четко увязанную с системами координат СК-95 и WGS-84;

б) в качестве растровой подложки для существующих цифровых карт использовать космоснимки. При этом каждый регион Российской Федерации должен создать информационный ресурс с обязательным наличием гибридной модели, включающей:

- космоснимок низкого разрешения;
- цифровую карту масштаба 1 : 100 000;
- данные ЕГРН;
- картограмму, показывающую картографическую изученность территории, исполнителя и место хранения материалов, дату выполнения работ;

в) внедрить, наряду с растровой, цифровую технологию обновления карт;

г) дать возможность любому заинтересованному пользователю получать данные, а также делиться своими предложениями и задавать вопросы относительно картографируемой территории. Должен быть обеспечен динамический диалог между населением региона и руководящими структурами.

7.5. Кадастровая карта (план)

Кадастровая карта (план) представляет собой карту (план), на которой в графической и текстовой формах воспроизводятся сведения, содержащиеся в ЕГРН. Основными данными, которые отображаются на кадастровой карте, являются [42]:

1) кадастровый номер и границы земельного участка в кадастровом квартале;

2) граница и кадастровый номер здания, сооружения или объекта незавершенного строительства на земельном участке;

3) адрес объекта недвижимости;

4) сведения о наличии ограничений (обременений) вещных прав на объект недвижимости;

5) категория земель, к которой отнесен земельный участок;

6) разрешенное использование земельного участка;

7) назначение здания (нежилое здание, жилой дом или многоквартирный дом), если объектом недвижимости является здание;

8) описание прохождения государственной границы Российской Федерации;

9) границы и наименование субъектов Федерации;

10) границы и наименование муниципальных образований;

11) границы и наименование населенных пунктов;

12) границы территориальных зон;

13) номера и границы единиц кадастрового деления;

14) местоположение и наименование пунктов опорных межевых сетей.

Публичная кадастровая карта – это справочный информационный ресурс для представления пользователям сведений государственного реестра недвижимости на территорию Российской Федерации. На них воспроизводятся общедоступные кадастровые сведения, в том числе границы населенных пунктов, границы земельных участков и контуры объектов недвижимости, расположенных на участках, кадастровые номера земельных участков, зданий и сооружений. Публичная кадастровая карта предоставляет широкому кругу пользователей сведения ЕГРН и Единой электронной картографической основы (ЕЭКО) [44] в виде карт местности масштабов от 1 : 1 000 000 до 1 : 100 000 и космических снимков картографического онлайн-сервиса ArcGIS.

8. СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К СОЗДАНИЮ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

8.1. Характеристики современных геоинформационных систем

Главные принципы построения современных ГИС [20, 21, 26]:

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

11. Интеграция ГИС и Интернета, которая заключается в возможности использовать данные из глобальной сети и создавать собственные интернет-ресурсы.

12. Полная интеграция всего модельного ряда программных решений внутри одного интерфейса.

8.2. Этапы создания геоинформационного проекта

В процессе выполнения геоинформационного проекта можно выделить следующие этапы работ [25, 36].

1. *Этап возникновения задачи*, на котором формируется задача. У пользователя ИС возникает одна из следующих проблем:

- необходимо собрать и поместить в информационную систему большой объем данных о пространственных объектах, процессах, явлениях;
- необходимо учитывать, систематизировать и накапливать различные пространственные и непространственные данные;
- с существующими данными пространственного характера необходимо выполнить определенные манипуляции.

2. *Этап проведения анализа существующих методик и разработок для решения задач*. На этом этапе потребитель информации самостоятельно приходит к выводу, что для решения подобного рода задач, с которыми он столкнулся, необходимо использовать геоинформационные технологии.

3. *Этап консультаций* заключается в обращении за консультацией в специализирующуюся на использовании геоинформационных технологий организацию. Специалисты организации проводят технические семинары, консультации, подготовку технического задания. Исходная задача приобретает ряд пояснений и уточнений, становится более прозрачным механизм реализации и достижения результата. На этом этапе формируется календарный план работ.

4. *Этап выбора окончательной технологии выполнения работ*. На этом этапе при необходимости возможно проведение дополнительной подготовки и переподготовки исполнителей работ. Часто в организациях, имеющих в своем штате программистов, осуществляется разработка специализированных программ.

5. *Производственные работы.*
6. *Презентация промежуточного варианта работ заказчику.*
7. *Исправление замечаний.*
8. *Сдача готовой продукции.*
9. *Запуск проекта и отладка.*
10. *Устранение замечаний.*

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

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

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

территории должен быть организован деформационный и геодинамический мониторинг;

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

В прил. 1 приведены примеры геоинформационных проектов, выполненных специалистами СГУГиТ.

9. СОВРЕМЕННОЕ ПРОГРАММНО-АППАРАТНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

9.1. Актуальные направления развития геотехнологий

Целью информатизации и создания автоматизированных систем территориального управления в муниципальных образованиях является повышение эффективности управления за счет обеспечения возможности использования наиболее полной, точной, достоверной информации при выработке и принятии управленческих решений. В первую очередь, речь идет о пространственных данных. Анализируя современный уровень развития геоинформатики на примере развитых зарубежных стран – Германии, Швейцарии, США, можно заметить, что на первый план выступает технологическая интеграция результатов работы геодезических средств измерений, включая глобальные навигационные спутниковые системы (ГНСС), цифровую картографию и дистанционное зондирование, в едином геоинформационном пространстве. При этом основным требованием является использование соизмеримых по качественным характеристикам данных. Как показывает опыт оценки существующих геоинформационных проектов, часто связующим звеном при формировании единого геоинформационного пространства являются данные ЕГРН [41].

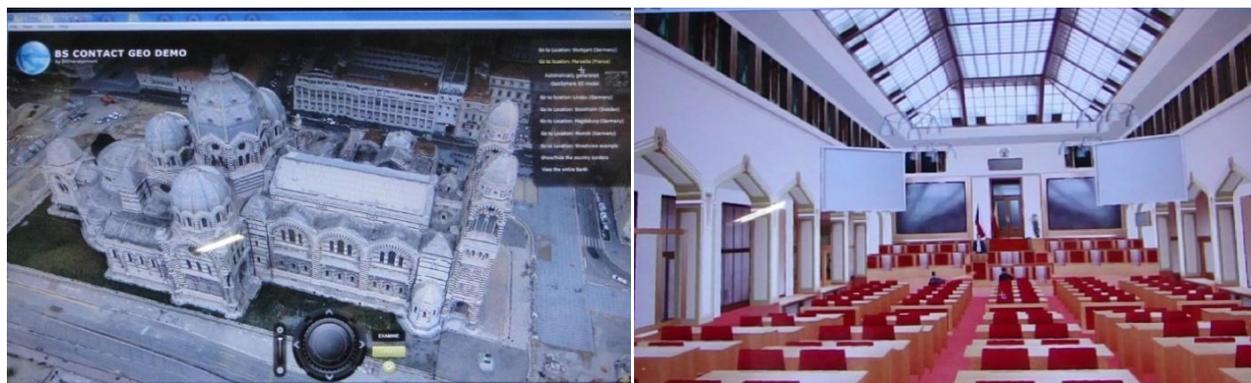
Важность совмещения именно данных одинаковой точности можно проследить по результатам прошедшей в Российской Федерации в 2011 г. первой публичной профессиональной экспертизы геоинформационного проекта – «Ульяновская 3D ГИС» [55]. Одним из основных замечаний экспертов было использование разработчиками системы данных различной точности, а также отсутствие в созданной ГИС в качестве базовых слоев данных кадастра и градостроительства. Аналогичные проекты на территорию зарубежных государств используются как раз для ведения кадастров, создания баз данных и интеграции разнородной информации в едином цифровом геопространстве.

Развитие геоинформатики за рубежом осуществляется в следующих перспективных направлениях.

Во-первых, это *создание геопорталов* на территорию крупных городских и промышленных агломераций по данным геодезических работ, дистанционного зондирования и трехмерного фотореалистичного моделирования. Подобные геопорталы строятся в рамках систем территориального управления или СППР и несут в себе элементы инфраструктуры пространственных данных. Как правило, информационная база, на которой строится геопортал, имеет статус государственной и может быть использована для решения задач различных организаций и ведомств [8].

Западные фирмы, разработчики геопорталов Bitmanagement Software GmbH (Германия), Bionatics (Франция), Virtuelcity (Франция), Eternix Ltd (Израиль), ESRI (США) и др., при разработке СППР и геопорталов ориентированы на достижение следующих потребительских качеств своих продуктов [59]:

- мгновенный доступ к информации, обработка и визуализация файлов размером до терабайта;
- связь с различными серверами пространственных данных, в том числе OpenStrit и Google, потоковая передача данных в различных координатных системах;
- развитый функционал навигации и поиска данных пространственного и непространственного характера;
- возможность редактирования данных, создание аннотаций, а при необходимости и организация собственного пользовательского интерфейса;
- публикация и обмен данными между пользователями системы;
- анализ геоданных на основе расширенного инструментария, в том числе растрового анализа и анализа рельефа местности, интерполяции;
- мгновенное создание моделей поверхности Земли, драпировка, текстурирование, подбор освещения и теней; добавление стереоизображения; конвертирование форматов и создание видеофайлов;
- создание виртуальных городов с функцией «экскурсия» не только по городским территориям, но и внутри зданий и сооружений (рис. 18).



а)

б)

Рис. 18. Пример виртуальных городов:

а) трехмерная фотореалистичная визуализация территории города Штутгарта; б) пример виртуальной «экскурсии» внутри здания

Одним из основных потребителей информации, представленной на геопорталах, является современное общество. По данным социологических опросов, 60 % населения развитых стран как минимум раз в день нуждается в геоинформации. Это и данные о трафике на автомагистралях, и поиск адресной информации. Даже выбор отеля для летнего отдыха у многих людей начинается с просмотра территории отеля, его местоположения средствами геопортала.

Население так же, как и государственные структуры, является не только потребителем геоинформации, но и активным поставщиком пространственных данных. По оценкам специалистов, 30 % изменений, происходящих на местности, или неточностей в изначальном определении и размещении пространственной информации на геопорталах устанавливается именно пользователями, т. е. населением. Актуализация геоинформации также осуществляется силами пользователей. Это может быть обычное электронное сообщение с указанием, например, правильного адреса объекта или переданный на геопортал трек новой автомобильной дороги. Всем известны примеры, когда пользователи на базе открытых геоинформационных технологий сами разрабатывают геопорталы и поддерживают их работоспособность. Геопортал OpenStreetMap объединяет миллионы единомышленников с разных уголков земного шара с одной-единственной целью – создание открытого, бесплатного, виртуального

геопространства. На территории Российской Федерации на основе данного геопортала создаются и успешно функционируют муниципальные ГИС городов (например, муниципальная ГИС города Рыбинска). Данные предоставляются в бесплатном и полном доступе для скачивания на сайте OpenStreetMap.org [62].

Кроме основных топографических данных, пользователи могут размещать на геопортале и тематические рубрики. Российские пользователи, обеспокоенные безопасностью дорожного движения, активно развивают проект о ямах на дорогах (сайт www.samara-ru.livejournal.com, г. Самара). Подобная инициатива в значительной мере воздействует на дорожные службы, помогает обозначить проблемные участки дорог. Некоторые руководители департаментов правительств субъектов Федерации осуществляют контроль за исполнением ремонтных работ не только традиционными методами, но и с помощью прямого интернет-диалога с населением. Показательным является и тот факт, что население видит заинтересованность государства и развивает инициативные направления мониторинга своей среды обитания. Примером «обратной связи» между обществом и властью является проект «Незаконное строительство в Краснодаре» (сайт: www.gis.krd.ru) [10].

Вторым значимым инновационным фактором развития геоинформатики является *разработка и внедрение в производство и обучение специалистов новых приборов и технологий* [60, 61]. Современное приборостроение в геодезии идет в направлении повышения точности измерений, снижения затрат на обработку результатов. Кроме того, производители технических средств готовят «под ключ» всю линейку геодезических приборов и программного обеспечения, зачастую интегрируя функционал различных приборов на базе единого аппаратного решения. Примером могут выступить электронные тахеометры фирмы Leica серии VIVA, интегрированные с камерами видео- и фотосъемки, приемниками данных глобальных навигационных спутниковых систем. По замыслу разработчиков геодезического оборудования фирмы Leica, скоро на рынке должен появиться универсальный прибор, объединяющий функции лазерного сканера, тахеометра и приемника данных ГНСС. Еще одним примером развития современных аппаратных средств геодезии является интеграция на плат-

форме автомобиля различного геодезического геоинформационного обеспечения «StreetMapper» или «Mobile Mapping System» по сбору пространственной автодорожной информации в автоматическом режиме (рис. 19).



а)



б)

Рис. 19. Пример мобильной картографической системы:

а) автомобиль, оснащенный комплексом технических и программных средств мобильного картографирования «Mobile Mapping System»; б) цифровая модель автодорожной сети по данным мобильной съемки

Наряду с развитием профессиональных геодезических средств измерения, стремительно развивается рынок общедоступных персональных средств получения и обработки пространственных данных. Современный автомобильный навигатор под управлением операционной системы Windows или Android объединяет не только мощную справочно-картографическую систему и средства пространственного позиционирования на основе ГНСС, но и комплекс различных прикладных программ, с помощью которых можно создавать, редактировать и обмениваться с другими пользователями цифровыми моделями пространственных объектов. Развитие сегмента компьютеров, интегрированных с ГНСС, позволяет рассматривать эти современные устройства как персональные полнофункциональные программно-аппаратные комплексы по работе с пространственными данными. В настоящее время в результате начала работы российской Глобальной навигационной спутниковой системы (ГЛОНАСС) повысилась точность измерений не только профессиональных, но и пер-

сональных навигаторов. С помощью персонального навигатора фирмы Garmin серии eTrex, работающего в системах ГЛОНАСС и GPS, можно определить положение точки с ошибкой всего 2 м.

Третьим направлением инновационного развития геоинформационного направления является *интеграция современных средств дистанционного зондирования Земли с традиционными методами геоинформатики*. Несмотря на видимые различия между данными методами, геоинформатика в настоящее время в значительной мере подчинила себе дистанционное зондирование. Цифровые карты, объемные модели территории, мониторинговые системы используют в качестве поставщиков информации системы дистанционного зондирования. Современные аэрофотосъемочные системы и космические съемочные аппараты позволяют получать высокодетальные растровые модели пространственных объектов. Актуализация карт, создание справочно-картографических систем на основе гибридных моделей местности, мониторинг изменения состояния природных и техногенных объектов в значительной мере упростились благодаря широкому применению данных дистанционного зондирования Земли, в том числе и аэрофотосъемки (рис. 20) [7, 47].



Рис. 20. Пример результатов аэрофотосъемки территории г. Новосибирска цифровым аэрофотоаппаратом ADS 40

Четвертым направлением развития современной геоинформатики является создание и визуализация трехмерных моделей с использованием новых технологий визуализации: стереоизображений и трехмерного мультимедиа. Подобного рода системы находят применение при визуализации сложнейших природных и техногенных объектов, процессов и явлений, например, объемное стереопроективное изображение территории ГЭС, крупного торгово-развлекательного комплекса, сложной автотранспортной развязки и т. п. Пользователи таких систем могут совершать виртуальные путешествия по цифровым моделям, осуществлять проектирование, анализ и моделирование развития объекта в пространстве и времени. Сложность этих систем, повышенные требования к программно-аппаратному обеспечению делают данные проекты прерогативой крупных университетов. Например, Технический университет города Штутгарта (Германия) приобрел дорогостоящий экран высокого разрешения размерами 3×7 м, позволяющий воспроизвести качественное изображение с разрешением $1\,920 \times 1\,080$ пикселей на дюйм. Изображение собирается с 32 мощных видеокарт по собственной технологии, разработанной в университете. Неоспоримым достоинством разработки Штутгартского центра визуализации является создание собственных математических моделей объектов, процессов и явлений и их визуализация. На экране показывается не видеофайл, а обрабатываемая одновременно несколькими десятками компьютеров математическая модель. Разработчик в любой момент может изменить параметры модели и получить новые результаты (рис. 21).



a)



б)

Рис. 21. Видеозал Штутгартского центра визуализации:

a) экран-монитор высокого разрешения; *б)* пример трехмерной фотореалистичной визуализации территории г. Штутгарта

Следует отметить и тот факт, что многие научные исследования проводятся по перспективным направлениям, которые могут быть даже не востребованы на современном рынке. Однако благодаря большому научному потенциалу данные проекты со временем занимают достойные позиции в производственном и научном секторах экономического развития государства.

Таким образом, современная геоинформатика занимает лидирующую позицию в науках о Земле, интегрируя знания уже ставших не смежными с ней, а ее составляющими направлениями: приборостроением, дистанционным зондированием и аппаратно-программными средствами обработки и моделирования геоинформации.

9.2. Виды геоинформационного обеспечения

Геоинформационное обеспечение – это новый, развивающийся на основе компьютерных технологий вид деятельности по удовлетворению экономических и общественных потребностей в геоинформации для определенной территории путем ее сбора, моделирования геопространства, пространственного анализ, подготовки пространственных решений, интеграции и распространения с использованием геоинформационных систем [28].

Применительно для ЕГРН геоинформационное обеспечение следует понимать как вид деятельности по автоматизации процесса сбора, моделирования, пространственного анализа, подготовки пространственных решений, интеграции и распространения данных об объектах недвижимости.

Виды геоинформационного обеспечения ЕГРН:

- геоинформационные системы;
- земельно-информационные системы;
- автоматизированные системы проектирования;
- информационные системы обеспечения градостроительной деятельности;
- публичные кадастровые карты;
- геопортальные решения по обеспечению общедоступности информации по объектам недвижимости.

9.3. Геопортал

Геопортал – это тип веб-портала, используемый для поиска и доступа к необходимой географической (геопространственной) информации и связанным с ней географическим сервисам (отображение, редактирование, анализ и т. п.) в сети Интернет [8].

Первый большой геопортал в «классическом» его понимании был создан в США в конце 1990-х гг. под руководством федерального комитета по геоданным (Federal Geospatial Data Committee – FGDC) в рамках развития национальной инфраструктуры пространственных данных (ИПД) NSDI Clearinghouse Network. В настоящее время практически все развитые страны Европы, Америки и Азии имеют национальные геопорталы ИПД.

Сравнительный анализ организационной структуры национальных геопорталов ИПД стран Европы приведен в табл. 3.

Таблица 3

Национальный геопортал	Организационная структура				
	Координирующий орган	Финансирование	Политика доступа		
			поиск	просмотр	скачивание
GeoPortal.Bund (Германия)	1 агентство	Проект федерального ГИС центра	Бесплатно	Бесплатно	Бесплатно для гос. нужд
Geoportail (Франция)	3 агентства	Правительство	Бесплатно	Бесплатно	За плату
GeoNorge (Норвегия)	1 агентство	Частно-государственное партнерство	Бесплатно	Бесплатно	От бесплатных данных до рыночных цен
IDEE (Испания)	3 агентства	Госслужбы	Бесплатно	Бесплатно	Есть бесплатные данные

Вся кадастровая информация входит в систему единого документооборота страны, носит статус государственной (характерно для геопорталов национальной ИПД) [35] и является элементом базовых пространственных данных [2].

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ ПО ТЕОРЕТИЧЕСКОМУ КУРСУ ДИСЦИПЛИНЫ «ЗЕМЕЛЬНО-ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ»

1. Что такое геоинформатика?

А. Наука, технология и производственная деятельность по научному обоснованию, проектированию, созданию, эксплуатации и использованию геоинформационных систем.

Б. Совокупность массивов информации (баз данных, банков данных и иных структурированных наборов данных), систем кодирования, классификации и соответствующей документации.

В. Наука об общих свойствах и структуре научной информации, закономерностях ее создания, преобразования, накопления, передачи и использования.

Г. Аппаратно-программный человеко-машинный комплекс, обеспечивающий сбор, обработку, отображение и распространение пространственно-координированных данных, интеграцию данных и знаний о территории.

2. Что такое информатика?

А. Наука об общих свойствах и структуре научной информации, закономерностях ее создания, преобразования, накопления, передачи и использования.

Б. Совокупность массивов информации (баз данных, банков данных и иных структурированных наборов данных), систем кодирования, классификации и соответствующей документации.

В. Методика сбора, хранения и обработки информации.

Г. Наука об общих закономерностях процессов управления и передачи информации в машинах, живых организмах и обществе.

3. Выберите три основных компонента данных, хранящихся в ГИС.

А. Координаты X , Y , H .

Б. Атрибутивные, пространственные и временные сведения.

- В. Количественные, качественные и пространственные характеристики.
- Г. Дата создания, формат данных, тип объекта.

4. Выберите определение слоя в ГИС.

- 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.

5. Что такое геоинформационная система?

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.

6. Назовите основную единицу пространства, изучаемую земельно-информационными системами.

- А. Территориальные зоны.
- Б. Почвенные ареалы.
- В. Лесные массивы.
- Г. Земельные участки.

7. Планы и карты какого масштаба используют в земельно-информационных системах?

- А. 1 : 50 000 – 1 : 200 000.
- Б. 1 : 500 – 1 : 10 000.
- В. 1 : 500 000 – 1 : 1 000 000.
- Г. 1 : 2 500 000 – 1 : 5 000 000.

8. *Укажите основной формат данных, хранящихся в ЗИС.*

- А. Растровый.
- Б. Векторный.
- В. Графический.
- Г. Текстовый.

9. *Назовите четыре основных модуля ГИС.*

- А. Модули сбора, обработки, анализа, решения.
- Б. Модули компоновки, рисовки, публикации, сканирования.
- В. Модули растеризации, векторизации, трансформации, конвертации.
- Г. Модули геодезических измерений, дистанционного зондирования, цифровой регистрации данных, сканирования.

10. *Назовите три основных варианта классификации ГИС.*

- А. Двумерные, трехмерные, четырехмерные ГИС.
- Б. Территориальный охват, функциональные возможности, тематические характеристики.
- В. Вьюеры, инструментальные, справочно-картографические ГИС.
- Г. Глобальные, региональные, местные.

11. *Какие ГИС имеют самые широкие функциональные характеристики?*

- А. Справочно-картографические ГИС.
- Б. ГИС-вьюеры.
- В. Инструментальные ГИС.
- Г. ГИС-векторизаторы.

12. *Какая из подсистем ГИС включает в себя такие аппаратные средства, как сканер и геодезические приборы?*

- А. Система вывода информации.
- Б. Система ввода информации.
- В. Система визуализации.
- Г. Система обработки и анализа.

13. Выберите определение растровой модели данных.

А. Цифровое представление пространственных объектов в виде совокупности ячеек раstra (пикселей) с присвоенными им значениями класса объекта.

Б. Представление точечных, линейных и полигональных пространственных объектов в виде набора координатных пар с описанием только геометрии объектов.

В. Данные, полученные в результате дистанционного зондирования Земли из космоса.

Г. Модель данных, представленная в виде реляционной таблицы.

14. Что такое база данных?

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.

15. Что такое банк данных?

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.

16. Что такое система управления базами данных?

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 геоинформационных систем и соответствующих им программных средств ГИС.

Г. Комплекс программ и языковых средств, предназначенных для создания, ведения и использования баз данных.

17. Дайте определение понятию «цифровая модель местности».

А. Графические символы, применяемые на картах для показа (обозначения) различных объектов и явлений.

Б. Часть территории, попавшая в поле зрения съемочной аппаратуры и регистрируемая ею в виде аналогового или цифрового изображения.

В. Искусственная действительность, во всех отношениях подобная подлинной и совершенно от нее неотличимая.

Г. Цифровое представление пространственных объектов, соответствующих объектовому составу топографических карт и планов.

18. Дайте определение понятию «цифровая топографическая карта».

А. Общегеографическая карта универсального назначения, подробно изображающая местность.

Б. Карта, отражающая какой-нибудь один сюжет (тему, объект, явление, отрасль) или сочетание сюжетов.

В. Цифровая модель земной поверхности, сформированная с учетом законов картографической генерализации в принятых для карт проекции, разграфке, системе координат и высот.

Г. Карта, предназначенная для решения специальных задач или для определенного круга потребителей.

19. Что такое автоматизированное картографирование?

А. Исследование свойств и качества картографических произведений, их пригодности для решения каких-либо задач.

Б. Применение технических и аппаратно-программных средств, компьютерных технологий и логико-математического моделирования для составления картографических произведений.

В. Обобщение позиционных и атрибутивных данных о пространственных объектах в ГИС в автоматическом или интерактивном режимах.

Г. Метод и процесс позиционирования пространственных объектов относительно некоторой системы координат и их атрибутирования.

20. Какое специальное требование выдвигает традиционная картография к цифровым моделям местности?

А. Соблюдение топологических отношений.

Б. Наличие у объекта атрибутивной базы данных.

В. Использование процедуры генерализации.

Г. Геокодирование объектов ЦММ.

21. Что такое геокодирование?

А. Привязка к карте объектов, расположение которых в пространстве задается сведениями из таблиц баз данных.

Б. Преобразование растрового представления пространственных объектов в векторное представление.

В. Анализ графических изображений и отнесение их к определенному классу по отдельному отличительному признаку или совокупности признаков.

Г. Заполнение семантической информации об объекте в базе данных.

22. Для объектов какого характера локализации в ГИС может быть использован сетевой анализ?

А. Точечного.

Б. Линейного.

В. Площадного.

Г. В ГИС сетевой анализ не используется.

23. Выберите основной принцип работы с данными в динамической ГИС.

А. Данные изменяются в режиме реального времени.

Б. Данные изменяются, когда количество несоответствий достигает определенного значения.

В. Данные изменяются регулярно с определенным временным интервалом.

Г. Данные не изменяются.

24. 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.

25. Что такое векторная модель данных?

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.

ПРАКТИЧЕСКИЙ КУРС

Лабораторная работа № 1 СОЗДАНИЕ ЦИФРОВОЙ МОДЕЛИ МЕСТНОСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАСТРОВОЙ КАРТЫ

Цель работы: освоить методику регистрации растрового изображения в среде ГИС MapInfo.

Исходные данные:

- растровые изображения масштаба 1 : 500 Ленинского района г. Новосибирска;
- растровое изображение масштаба 1 : 50 000 территории г. Новосибирска;
- таблица «Границы районов», содержащая векторное представление границ района г. Новосибирска.

Общие теоретические сведения

В настоящее время 70 % цифрового картографического материала создается с использованием технологии, основанной на векторизации растровых копий бумажных карт. Основное достоинство данной технологии заключается в низкой стоимости работ по векторизации и сканированию карт в сравнении с более дорогостоящими методами – созданием цифровых карт по результатам топографо-геодезических работ и карт с использованием аэрофотосъемки или космической съемки. Все работы по векторизации карт осуществляются в камеральных условиях и не требуют обязательного знания исполнителем района работ.

После получения растровой копии картографического материала необходимо выполнить ее регистрацию в геоинформационной среде. В лабораторной работе в качестве геоинформационной системы применяется ГИС MapInfo Professional, разработчик – корпорация MapInfo (США). СГУГиТ обладает академической лицензией на право использования данного программного продукта в учебных целях.

Зарегистрированное в среде ГИС растровое изображение карты представляет собой частный случай электронной карты, с помощью которой можно производить различные графические построения, выполнять векторизацию объектов, проектные, землеустроительные, кадастровые и другие работы. Электронную карту можно использовать для навигации, визуального поиска объектов или полуавтоматического проложения маршрута с помощью инструментария ГИС.

В настоящее время одним из новых, не используемых ранее направлений применения электронных карт является геокэшинг – спортивное ориентирование на местности с применением технологий спутниковой навигации.

Последовательность выполнения

Шаг 1. Регистрация растрового изображения в среде ГИС заключается в преобразовании координат точек растрового изображения в систему координат проекта карты. Как правило, регистрация осуществляется по контрольным (реперным) точкам на карте – это могут быть пункты государственной геодезической сети, перекрестья координатной сетки. Также в качестве опорных точек могут выступать поворотные точки границы объекта, координаты которого известны. Например, это могут быть такие объекты, как ограды, заборы, перекрестки дорог, линии электропередачи и т. п. Координаты точек этих объектов могут быть получены с карты прямым определением, взяты из каталогов координат или определены с помощью геодезических методов измерения.

Для регистрации растрового изображения г. Новосибирска масштаба 1 : 50 000 с использованием таблицы «Границы районов» необходимо:

- в окне карты «Границы районов» в меню *Файл* выполнить команду *Открыть таблицу* и указать тип файла – *Растр*;

- указать проекцию и систему координат, в которой будет зарегистрировано растровое изображение, при этом проекция растра должна совпадать с проекцией векторного слоя, который используется в качестве опорного для регистрации;

- сколоть характерную точку растрового изображения, сопоставленную с соответствующей ей точкой векторного изображения, далее в окне

Таблица выполнить команды *Растр* → *Совместить с картой* и указать точку на векторном изображении. Алгоритм регистрации растрового изображения территории г. Новосибирска масштаба 1 : 50 000 показан на рис. 22.

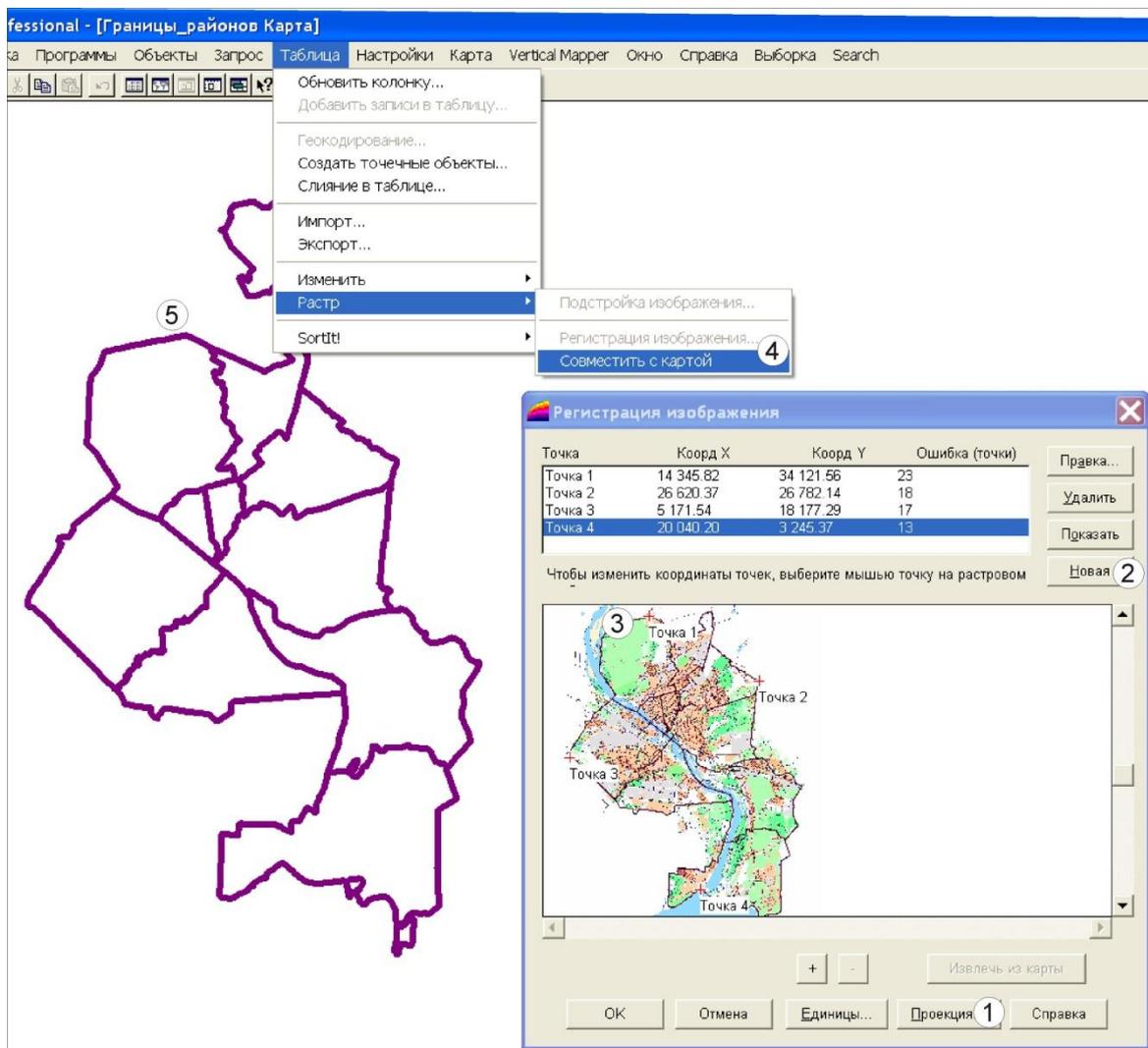


Рис. 22. Алгоритм регистрации растрового изображения территории г. Новосибирска масштаба 1 : 50 000

Для регистрации растра необходимо указать как минимум три точки. Однако при этом невозможно оценить качество выполненной регистрации. Программа регистрации показывает ошибку только при наличии четырех и более реперных точек. Ошибка дается в виде безразмерной величины, показывающей степень непропорциональности размеров растрового

изображения, зарегистрированного в системе координат, и проекции карты его истинным значениям, вычисленным в пикселях. При регистрации значение ошибки должно быть минимальным и стремиться к нулю.

Аналогичным образом следует зарегистрировать растровые изображения Кировского и Ленинского районов, а также растровую карту с зоной санитарной охраны водопровода г. Новосибирска из источника – реки Обь. По результатам регистрации последнего растра необходимо оцифровать границу зоны санитарной охраны и определить ее площадь (рис. 23).

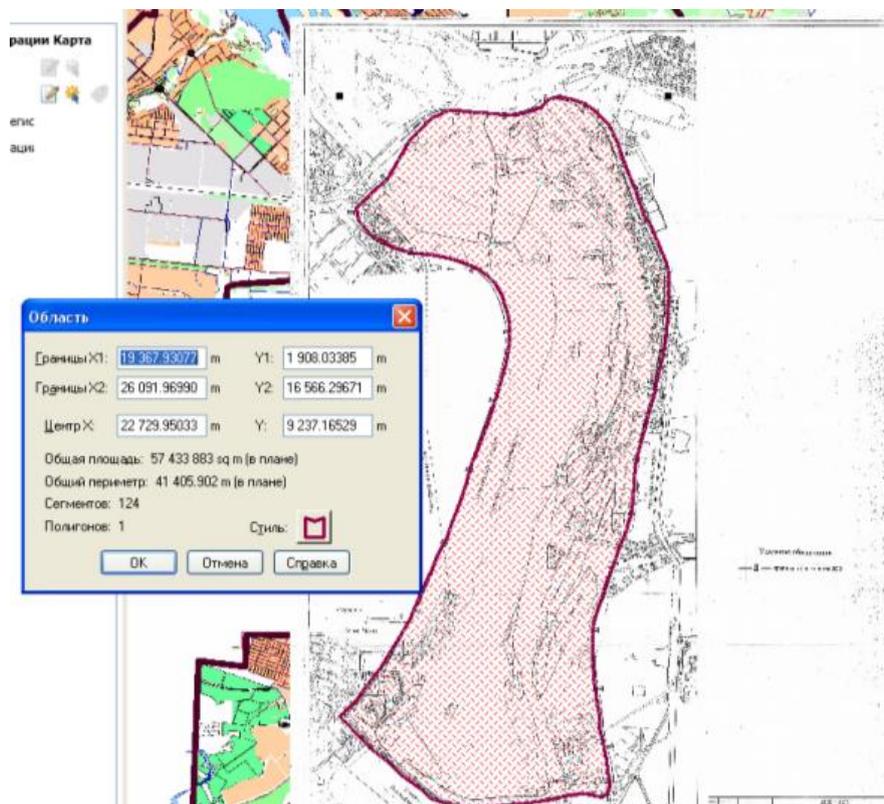


Рис. 23. Цифровая модель зоны санитарной охраны

Шаг 2. Каждой бригаде обучающихся нужно зарегистрировать 15 планшетов плана масштаба 1 : 500 согласно перечню, приведенному в прил. 2. В этом приложении также даны координаты угловых перекрестий координатной сетки каждого планшета.

На рис. 24 представлена схема деления территории на блоки.

	461	500	581	620	701	740	821	860	941	980	1061	1100	1181	1220	1301
	462	499	582	619	702	739	822	859	942	979	1062	1099	1182	1219	1302
	463	498	583	618	703	738	823	858	943	978	1063	1098	1183	1218	1303
	464	497	584	617	704 Блок 1	737	824	857	944	977 Блок 2	1064	1097	1184	1217	1304 Блок 3
	465	496	585	616	705	736	825	856	945	976	1065	1096	1185	1216	1305
	466	495	586	615	706	735	826	855	946	975	1066	1095	1186	1215	1306
	467	494	587	614	707 Блок 4	734	827	854	947	974 Блок 5	1067	1094	1187	1214	1307 Блок 6
	468	493	588	613	708	733	828	853	948	973	1068	1093	1188	1213	1308
	469	492	589	612	709	732	829	852	949	972	1069	1092	1189	1212	1309
	470	491	590	611	710 Блок 7	731	830	851	950	971 Блок 8	1070	1091	1190 Граница района	1211	1310 Блок 9
	471	490	591	610	711	730	831	850	951	970	1071	1090	1191	1210	1311

Рис. 24. Схема деления территории на блоки

Для регистрации растров необходимо:

- в меню *Файл* выполнить команду *Открыть таблицу*, указать тип файла – *Растр*;
- в меню регистрации растрового изображения указать проекцию;
- указать крайнее перекрестье координатной сетки и, согласно прил. 2, указать координаты перекрестья, повторить эту процедуру для остальных трех перекрестий.

Алгоритм регистрации растрового изображения по известным координатам представлен на рис. 25.

Аналогичным образом зарегистрировать оставшиеся растровые изображения в блоке. Следует учесть, что в исходных данных представлены координаты верхнего левого перекрестья (северо-западный угол) (прил. 2). Планшеты топографического плана масштаба 1 : 500 имеют размер 50 × 50 см. Перекрестья координатной сетки даны через 10 см, это расстояние соответствует на местности 50 м.

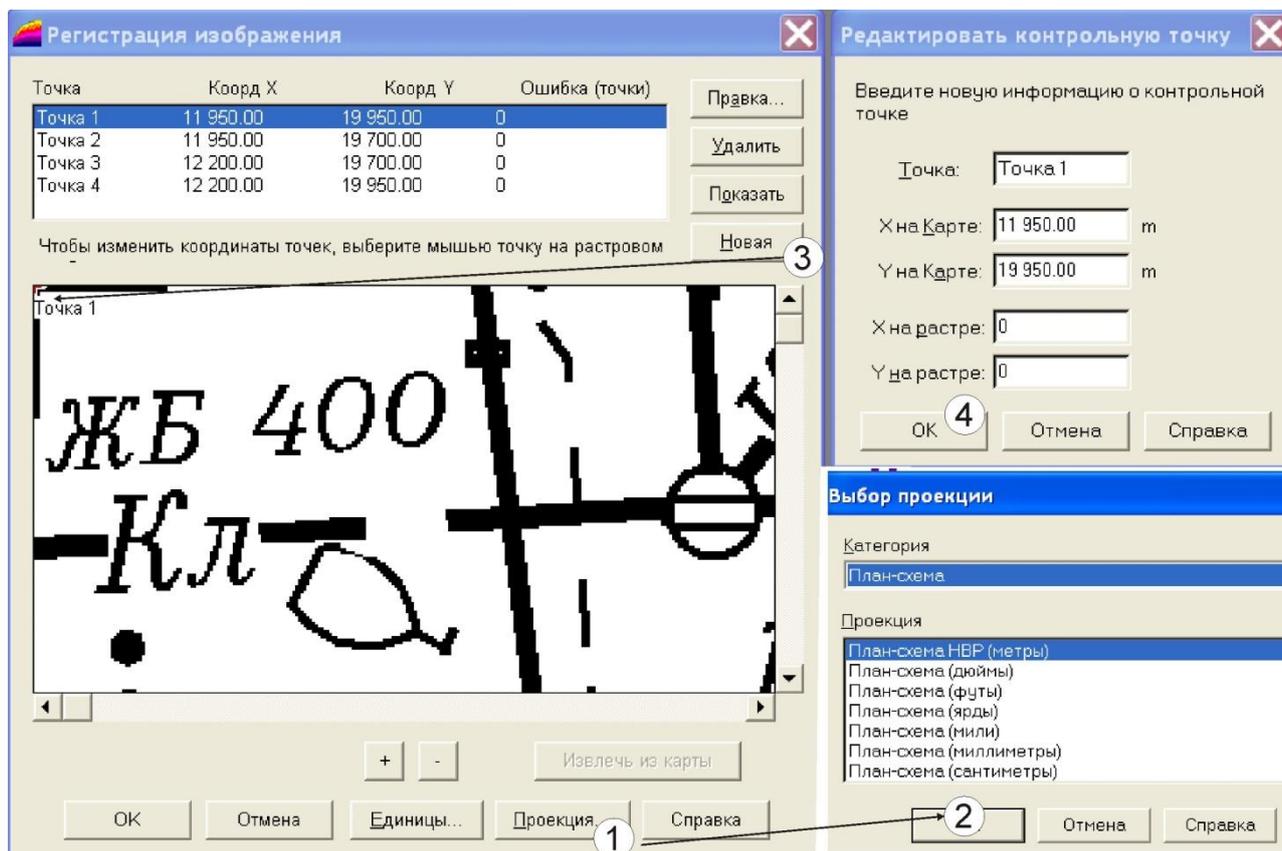


Рис. 25. Алгоритм регистрации растрового изображения по известным координатам

Шаг 3. Полученное после регистрации 15 планшетов топографической карты масштаба 1 : 500 растровое поле следует использовать для создания цифровой модели местности. Для этого необходимо создать таблицы (слои) для ввода графической и семантической информации по топографическим объектам. Классификатор топографических объектов для создания ЦММ представлен в прил. 3.

Алгоритм создания таблицы (слоя) показан на рис. 26.

При создании структуры таблицы необходимо правильно указать тип переменных, которые планируется сохранять в каждой колонке. Доступными значениями для выбора типа переменных являются: символьное (обязательно указывается максимальное количество символов, которые могут храниться в ячейке), целое, короткое целое, вещественное, десятичное (указывается количество знаков после запятой), дата, логическое. Следует учесть, что любые операции по автоматическому извлечению ко-

личественных данных из геометрии объекта либо арифметические операции над колонками в окне *Таблица* с помощью команды *Обновить колонку* возможно выполнять только с колонками, в которых хранятся численные типы переменных.

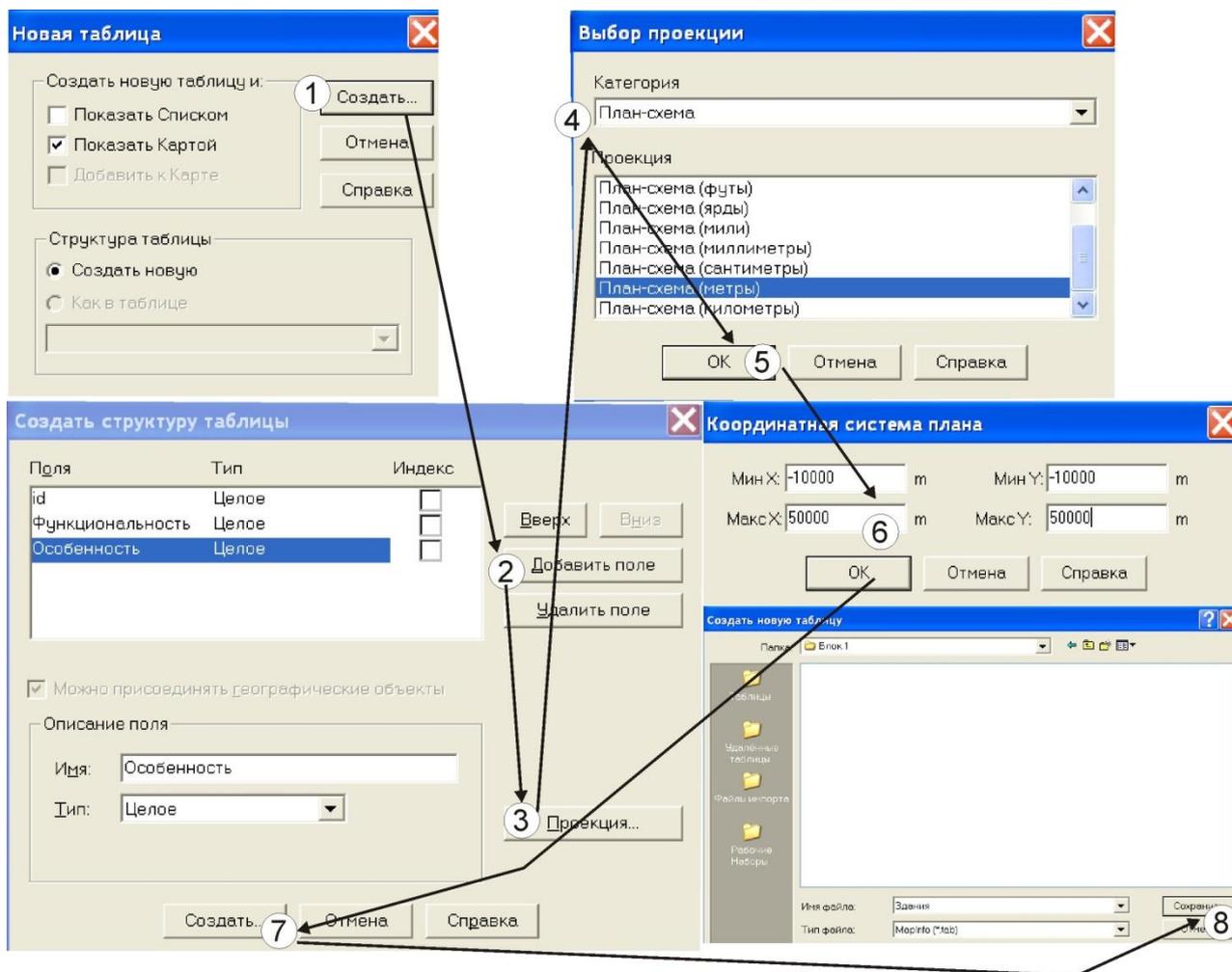


Рис. 26. Алгоритм создания таблицы (слоя) в ГИС MapInfo

При выборе проекции и задании системы координат карты необходимо руководствоваться следующими положениями.

В настоящее время координатная основа Российской Федерации представлена референцной системой координат, реализованной в виде государственной геодезической сети, закрепляющей систему координат на территории страны, и государственной нивелирной сети, распространяющей на всю территорию страны систему нормальных высот (Балтийская

система), исходным началом которой является нуль Кронштадтского футштока.

Положения определяемых точек относительно координатной основы могут быть получены в виде пространственных прямоугольных или геодезических координат либо в виде плоских прямоугольных координат и высот.

За отсчетную поверхность в референцной системе координат Российской Федерации принят эллипсоид Красовского с большой полуосью $\alpha_{\text{Кр}} = 6\,378\,245$ м и сжатием $\alpha_{\text{Кр}} = 1 / 298,3$.

Центр эллипсоида Красовского совпадает с началом референцной системы координат, ось вращения эллипсоида параллельна оси вращения Земли, а плоскость нулевого меридиана определяет положение начала счета долгот.

При создании цифровых моделей местности возможно использование местной системы координат (МСК). Под местной системой координат понимается условная система координат, устанавливаемая в отношении ограниченной территории, не превышающей территорию субъекта Федерации, начало отсчета координат и ориентировка осей координат которой смещены по отношению к началу отсчета координат и ориентировке осей координат единой государственной системы координат, используемой при осуществлении геодезических и картографических работ [14].

Местные системы координат устанавливаются для проведения геодезических и топографических работ при инженерных изысканиях, строительстве и эксплуатации зданий и сооружений, межевании земель, ведении кадастров и осуществлении иных специальных работ [45].

Таким образом, учитывая размер территории г. Новосибирска, для создания цифровой модели территории целесообразно использовать МСК. В ГИС MapInfo МСК задается с помощью специальных параметров – экстремумов карты, которые задают минимальные и максимальные значения координат по осям X и Y .

На рис. 27 дана схема расположения границы города в МСК г. Новосибирска.

Следует учесть, что при протяженности карты, превышающей 100 000 000 м, в ГИС MapInfo возможно появление ошибок при оцифровке объектов, заключающихся в сдвиге векторного объекта относительно исходного положения объекта на растре. Рекомендованные для выполнения данной работы экстремумы:

$$X_{\min} = -10\,000 \text{ м}, \quad X_{\max} = 50\,000 \text{ м};$$

$$Y_{\min} = -10\,000 \text{ м}, \quad Y_{\max} = 50\,000 \text{ м}.$$

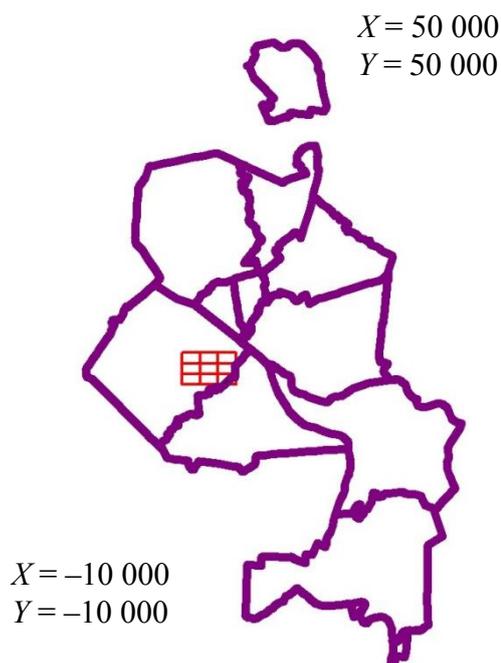


Рис. 27. Рекомендованные экстремумы МСК г. Новосибирска в ГИС MapInfo

Шаг 4. Согласно «Условным знакам для топографических карт масштаба 1 : 500» [32, 33] выполняется векторизация планшетов дежурной топографической карты г. Новосибирска.

При выполнении векторизации важно соблюдать следующие правила:

– объекты цифровой карты должны быть топологически корректны (например, прилегающие контуры на карте должны быть оцифрованы с использованием функции «Узлы», пересечение объектов на местности должно сопровождаться узловыми точками на ЦММ и т. п.);

– топографические объекты должны быть классифицированы строго по созданным таблицам (слоям) данных;

– объекты цифровой карты должны быть оформлены в соответствии с требованиями «Условных знаков для топографических карт масштаба 1 : 500» [32, 33];

– объекты цифровой карты должны иметь семантическое описание в соответствии с классификатором топографических объектов;

– необходимо выполнить векторизацию всех крупных зданий, магистральных улиц и проездов. На территории одного квартала выполняется детальная векторизация объектов согласно разработанной структуре сло-

ев. Отметки элементы рельефа оцифровать исходя из условия – 5 точек на один планшет.

После векторизации площадных объектов в слое *Здания* необходимо выполнить проверку качества векторизации в окне *Объекты* с помощью команды *Проверка полигонов*. Обнаруженные ошибки можно исправить в ручном или автоматическом режиме в окне *Объекты* с помощью команд *Коррекция топологии* и *Совмещение и генерализация*. При повторной проверке топологии программа должна выдать сообщение об отсутствии ошибок (рис. 28).

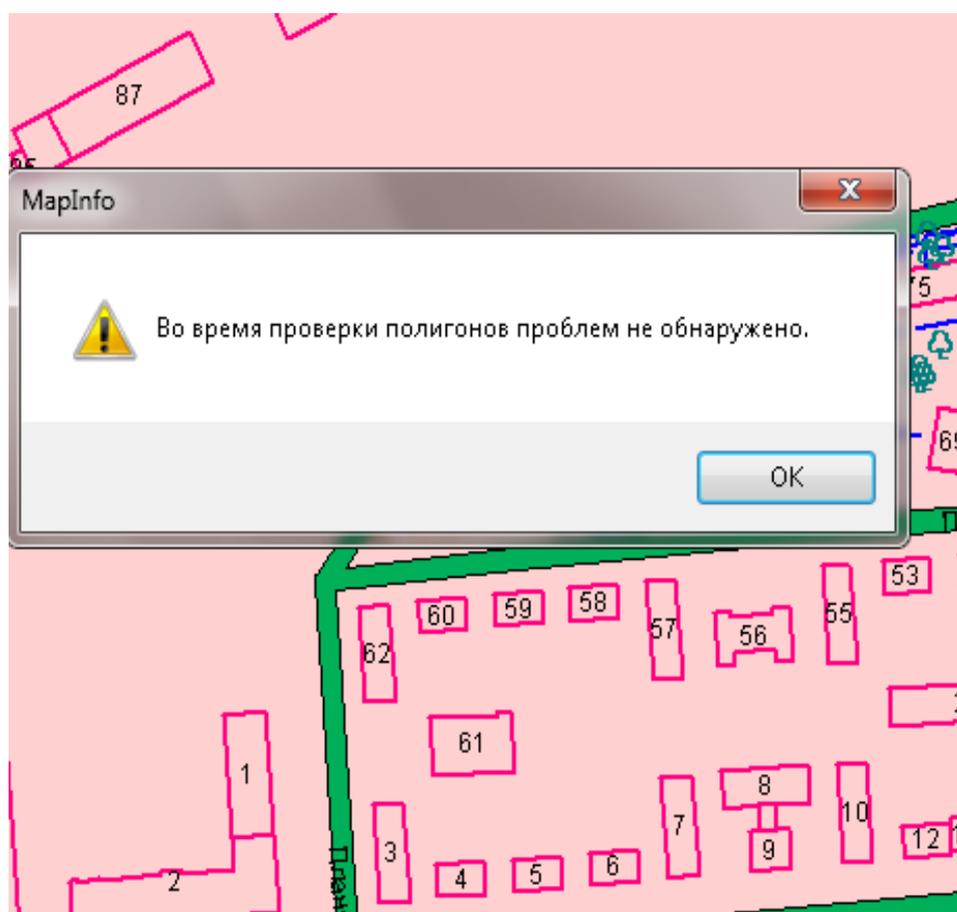


Рис. 28. Результат проверки ошибок топологии

Шаг 5. С помощью программы ScaleBar (Шкала масштаба) разместить в окне карты масштабную линейку. В окне *Карта*, используя команду *Создать легенду*, сформировать список условных обозначений, используемых на карте.

Шаг 6. Созданную цифровую карту экспортировать в растровый формат в меню *Файл* с помощью команды *Экспорт окна карты*. Изображение ЦММ необходимо представить в виде отчетной формы № 1 «Фрагмент цифровой карты территории города» (прил. 4).

Шаг 7. В окне *Карта* с помощью команды *Создать легенду* сформировать условные обозначения к ЦММ. При необходимости можно откорректировать автоматически сгенерированные текстовые значения легенды. Готовую легенду экспортировать в растровый формат и представить в виде графического приложения к лабораторной работе.

После выполнения шагов 1–7 заполняются поля с 1-го по 15-е в отчетной форме для оформления электронного варианта лабораторной работы № 1 (прил. 4). Также в отчетной форме делаются выводы по работе, обучающийся самостоятельно приводит примеры того, для каких целей может быть использована цифровая модель территории.

Лабораторная работа № 2

СОЗДАНИЕ ОБЪЕМНОЙ МОДЕЛИ РЕЛЬЕФА ТЕРРИТОРИИ

Цель работы: освоить методику создания объемной модели рельефа в программном продукте Vertical Mapper.

Исходные данные: цифровая модель территории г. Новосибирска.

Общие теоретические сведения

С ростом благоустройства городов и сельских населенных пунктов, технического уровня современных промышленных предприятий, добычи полезных ископаемых непрерывно увеличивается насыщенность городских и сельских территорий различными инженерными коммуникациями. Для строительства, проектирования, эксплуатации и мониторинга городских и промышленных объектов требуются точные данные о пространственном положении всего комплекса инженерных коммуникаций с указанием их технических характеристик.

Бурное развитие географических систем предоставляет новый инструментарий для управления коммуникационными сетями. Возможность его использования для решения повседневных задач предприятий и организаций (диспетчерский контроль, земляные работы, поиск мест аварий, геоэкологический мониторинг и т. д.) является важным достижением современной геоинформатики. ГИС позволяют создать на своей основе банк данных, услугами которого будут пользоваться все заинтересованные службы и организации. Такая форма представления сведений наиболее удобна, так как объединяет всю разрозненную информацию об объектах учета (не только описание физических свойств объектов, но и местоположение, глубину заложения, прогноз относительно того или иного «поведения» объекта в будущем).

Наиболее удобной и естественной для восприятия человека формой отображения информации является ее объемное представление.

Будущее географических систем состоит в интеграции с приложениями компьютерного моделирования и виртуальной реальности для целей реалистичного отображения природных ландшафтов. Одним из перспективных направлений является применение фракталов и их модификаций. Например, применяя процедуры фрактального самокопирования к скелетным линиям рельефа или к элементам растительного покрова, можно добиться увеличения числа реалистичных деталей поверхности [58].

Последовательность выполнения

Шаг 1. В программе MapInfo Vertical Mapper в меню *GreatGrid* выбрать *Interpolation* и создать интерполяционную модель рельефа территории. Исходными данными являются точечные объекты из слоя «Рельеф», полученные в лабораторной работе № 1 (рис. 29).

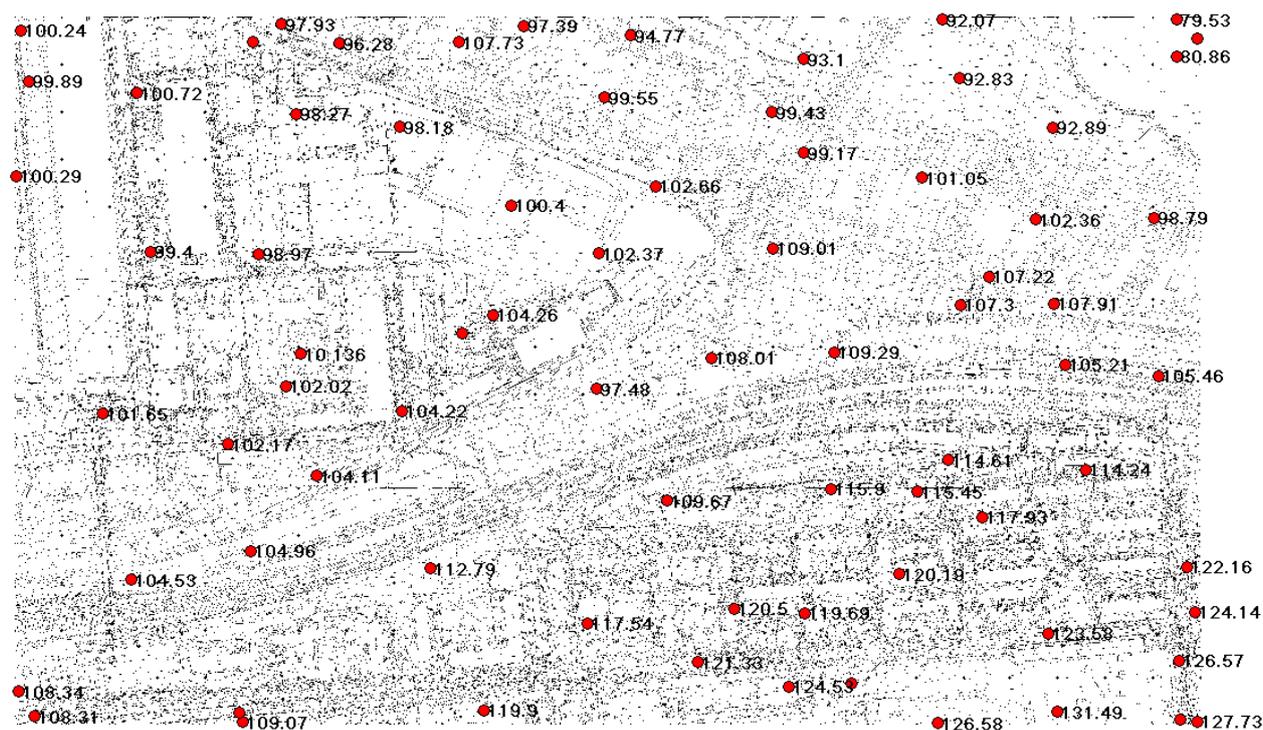


Рис. 29. Пример оцифрованных отметок рельефа

Интерполяционная модель рельефа территории создается в виде файла с расширением *.*grd*. Алгоритм работы представлен на рис. 30.

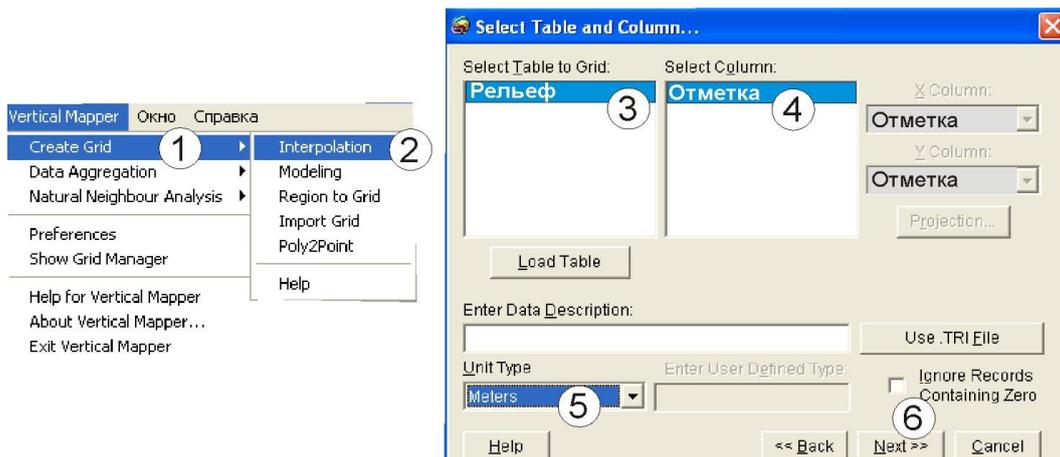


Рис. 30. Алгоритм построения интерполяционной модели рельефа

Шаг 2. В окно карты, которое содержит интерполяционную модель рельефа, необходимо поместить слои созданной цифровой карты территории. С помощью команды *Make 3D Drape File* создать растровый файл с расширением *.drp, отображающий содержимое окна карты (рис. 31).



Рис. 31. Алгоритм создания растрового файла

Шаг 3. Для получения 3D-сцены – объемной модели рельефа территории необходимо в меню *VM* выбрать команды *ShowGridManager* → *3D View* → *Run 3D Viewer* и далее с помощью команды *Load* загрузить растровую модель карты с расширением *.drp, созданную на предыдущем этапе работы. В окне *Scene Properties* пользователь может выбрать параметры отображения 3D-сцены с помощью различных настроек. Для приближения и вращения объемной модели необходимо выполнить команду *To Your Location* и указать параметры *Distance* и *Angle*. Алгоритм работы показан на рис. 32.

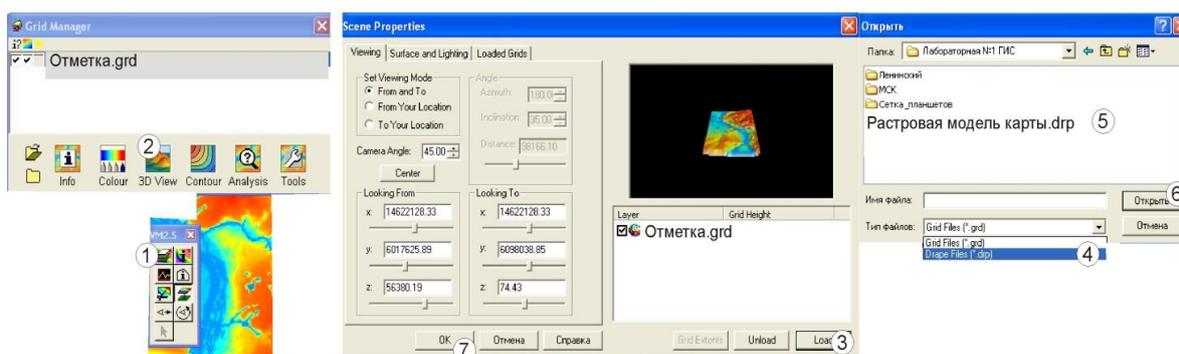


Рис. 32. Алгоритм создания 3D-сцены

Шаг 4. В меню *VM* с помощью команд *ShowGridManager* → *Contour* в автоматическом режиме построить горизонтали рельефа. В окне *Contour* пользователь может по желанию задавать верхний и нижний предел значений высот рельефа, а также интервал, через который будут проводиться горизонтали. Функция построения горизонталей рельефа применяется в случае, когда высотные характеристики рельефа задаются точечными объектами. Алгоритм работы представлен на рис. 33.

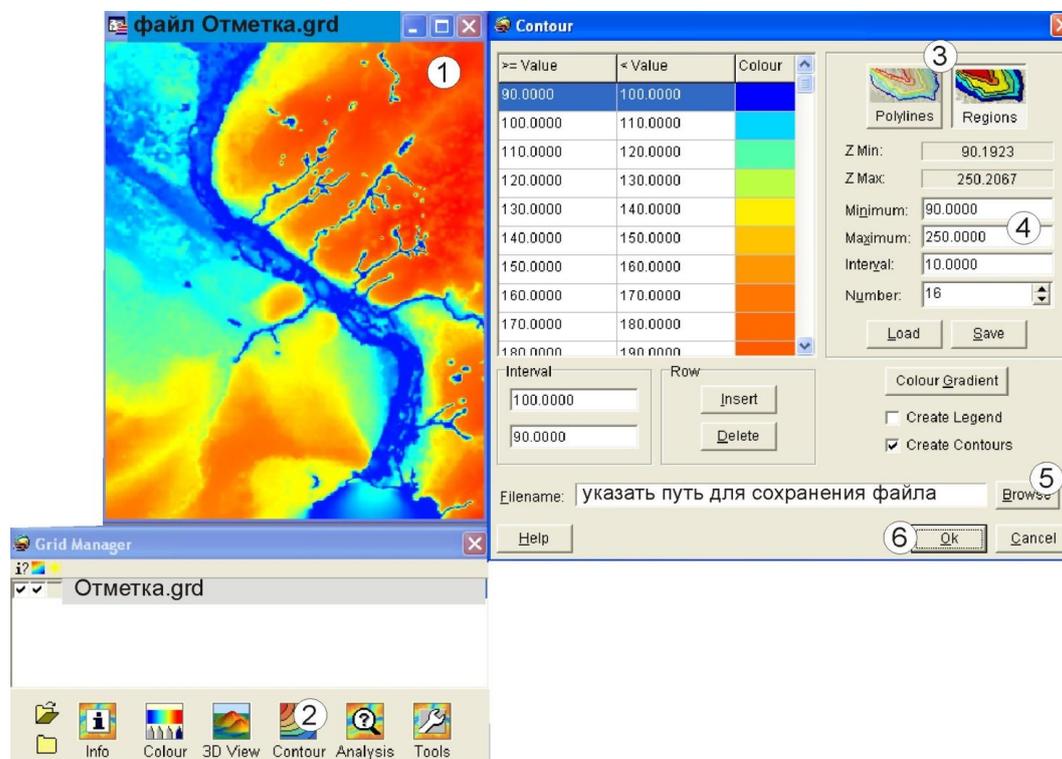


Рис. 33. Алгоритм автоматического создания горизонталей рельефа

Пример оформления цифровой модели горизонталей показан на рис. 34.

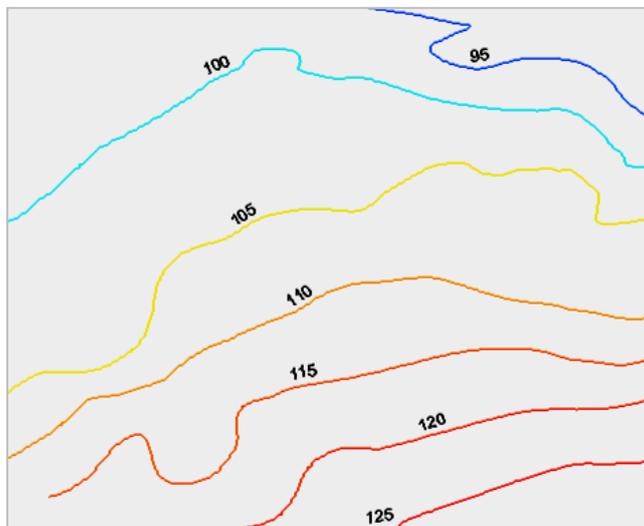


Рис. 34. Пример оформления цифровой модели горизонталей

Шаг 5. В качестве графического отчетного материала по результатам выполнения лабораторной работы необходимо представить:

- объемную модель рельефа;
- градиентную модель рельефа с условными обозначениями;
- карту, содержащую горизонтали рельефа, полученные в результате автоматической интерполяции.

Все полученные графические материалы систематизированно размещаются в отчетной форме для оформления электронного варианта лабораторной работы № 2 (прил. 5). Приводятся примеры того, для каких целей может быть использована цифровая модель рельефа.

Лабораторная работа № 3

ПОНЯТИЕ «РАБОЧИЙ НАБОР» В ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ. ПОДГОТОВКА КАРТ К ПЕЧАТИ

Цель работы: изучить основные свойства рабочего набора в ГИС MapInfo; освоить методику генерации отчетов в среде ГИС на основе применения цифровых моделей местности и созданных по ним тематических карт.

Исходные данные:

- цифровой план территории города, созданный в результате выполнения лабораторной работы № 1;
- параметры выборки зданий в зависимости от количества этажей для зданий выше N этажа, где N – номер варианта;
- кадастровая карта района г. Новосибирска.

Общие теоретические сведения

Рабочий набор в MapInfo создается в виде отдельного файла с расширением **.wor* в меню *Файл* с помощью команды *Сохранить рабочий набор*. Наименование файла и каталог для сохранения задаются пользователем. При создании рабочего набора следует учесть, что файл рабочего набора не сохраняет графическую или семантическую информацию, представленную в окне карты.

Основные функции рабочего набора:

- сохранение порядка расположения слоев в окне карты. Пользователь может один раз настроить необходимый ему порядок расположения слоев в окне карты (или в нескольких окнах карт) и сохранить рабочий набор. При необходимости, чтобы снова открыть окно карты с заданным расположением слоев, достаточно только открыть файл рабочего набора. Как правило, в окне карты первыми в списке слоев должны находиться подписи объектов и объекты, представленные точечными условными знаками. Далее по списку располагаются линейные объекты: оси автодорог,

инженерные коммуникации, линии электропередачи, линейные элементы гидрографической сети и т. п. Завершают список слоев площадные объекты: озера, реки, болота, леса. Такой порядок отображения слоев позволяет показывать все объекты на карте и исключать случаи, когда объекты одного слоя перекрываются объектами другого слоя;

– в рабочем наборе сохраняется единообразное отображение всех объектов в слое на карте. Данная настройка выполняется в окне *Управления слоями* с помощью инструмента *Оформление*. Единообразное оформление объектов на карте применяется, если пользователю необходимо быстро изменить оформление всех объектов в слое, например сделать заливку всех площадных объектов прозрачной. Также данная настройка может быть использована при визуальном контроле совпадения (совмещения) контуров объектов на карте или для нахождения линейных объектов в слое с площадными объектами. Для этого достаточно в меню оформления объектов изменить цвет линейных объектов, например на красный, а стиль всех площадных сделать без заливки с отключенным контуром границы. При этом на карте красным цветом отобразятся только линейные объекты. Следует учесть, что цветовые изменения с объектами происходят только в активном сеансе MapInfo и не затрагивают графические характеристики объектов в слое. При закрытии карты и несохранении рабочего набора все настройки, выполненные инструментом *Оформление*, исчезают. Если пользователь сохранил рабочий набор, то он может для открытия карты воспользоваться командами *Открыть таблицу* или *Открыть рабочий набор*. В первом случае откроются таблицы объектов с неизменным графическим представлением, во втором случае объекты откроются на карте в заданном пользователем оформлении каждого слоя;

– в рабочем наборе сохраняются подписи объектов, выведенные на карту с помощью функции подписывания (команды *Управление слоями* → *Подписи*). При этом возможно подписать объекты на карте любыми характеристиками (или их сочетанием), хранящимися в семантической базе данных объекта. Следует учесть, что функция подписывания может применяться как самостоятельный инструмент для оформления карт и планов. При этом пользователь может изменять положение подписи на карте. Однако подпись объекта – это временный объект, который исчезнет при за-

крытии окна карты. Чтобы сохранить подписи в окне программы, необходимо создать файл рабочего набора и в последующем использовать для открытия окна карты с подписями объектов именно этот файл рабочего набора. Для преобразования созданных подписей в векторный слой объектов типа «Текст» следует воспользоваться программой в каталоге программ «Labeler» (Функции подписывания);

– в рабочем наборе сохраняются порядок и место расположения на диске компьютера открытых в окне (окнах) карты таблиц. При сохранении рабочего набора в одном каталоге со всеми таблицами, которые используются для формирования карты, в файле рабочего набора прописывается локальный путь доступа к таблицам (например, Open Table «Новосибирск\здания»). Если рабочий набор сохранен отдельно от таблиц данных, которые используют проект карты, то в нем прописывается сетевой путь доступа (например, Open Table «C:\Documents and Settings\Studet\Рабочий стол\Новосибирск\ЦММ\ здания»). Во втором случае при переброске таблиц данных и файла рабочего набора на другой компьютер рабочий набор не сможет самостоятельно открыть проект карт. При этом пользователь может самостоятельно указать путь доступа к файлам проекта;

– в рабочем наборе сохраняются заданный масштаб и расположение границ окна карты и отчета, а также все графические объекты в окне отчета. Данная возможность позволяет легко и быстро подготавливать карты к печати и сохранять созданный дизайн-макет печатного картографического произведения. При этом следует обратить внимание, что эта функция может быть использована при создании шаблонов различных отчетных форм и печатных вариантов карты. Один раз оформив окно отчета, пользователь может тиражировать это оформление на другие проекты.

Рабочий набор является текстовым файлом, и его содержимое может быть легко исправлено любым текстовым редактором. Из наиболее часто встречаемых задач можно отметить следующие: изменение пути доступа к файлам, удаление из рабочего набора таблицы, изменение наименования открываемой таблицы, корректировка графических и текстовых объектов в окне отчета. Наиболее распространенная команда *Найти – заменить*.

Последовательность выполнения

Оформление отчетной формы № 1 «Фрагмент цифрового плана территории города»

Шаг 1. Используя инструмент *Подписи*, оформить полученную в результате выполнения лабораторной работы № 1 цифровую модель территории подписями номеров домов и наименований улиц. Алгоритм работы представлен на рис. 35.

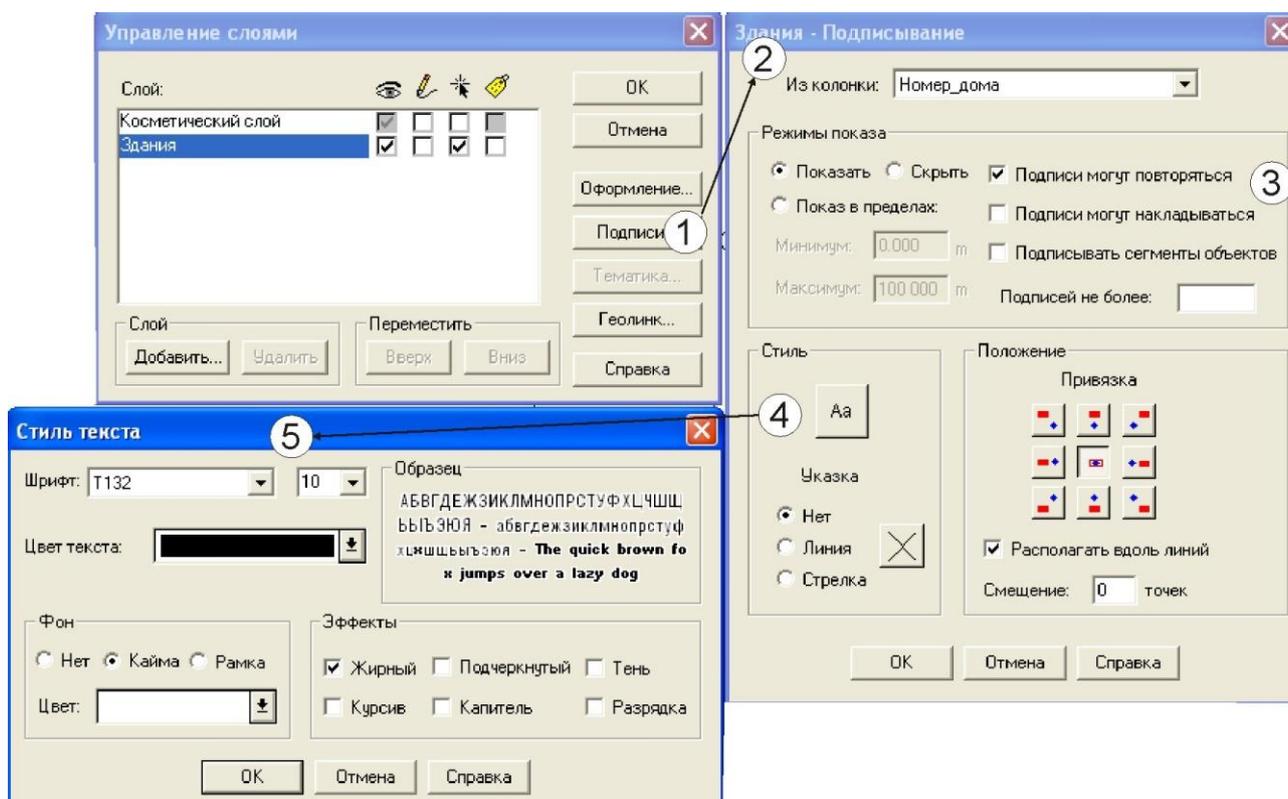


Рис. 35. Алгоритм работы инструмента *Подписи*

Шаг 2. С помощью программы ScaleBar (Шкала масштаба) разместить в окне карты масштабную линейку.

Шаг 3. В окне *Карта* с помощью команды *Создать легенду* сформировать список условных обозначений, используемых на карте.

Шаг 4. С помощью инструмента *Окно* → *Новый отчет* создать отчет по подготовленной карте. Оформить для печати отчет «Фрагмент цифрового плана территории города» на листе формата А4. Указать выходные данные: отчетная форма № 1, наименование, масштаб, условные обозначения, исполнитель.

В качестве справочной информации в окно отчета необходимо поместить с помощью инструмента *Рамка* список улиц, отображенных на цифровом плане, а также обобщенную информацию по количеству жилых, производственных, административных, общественных и торговых зданий. Для поиска информации в семантической базе данных по объектам «Здания» следует использовать команды *Запрос* → *Выбрать*. Алгоритм работы показан на рис. 36.

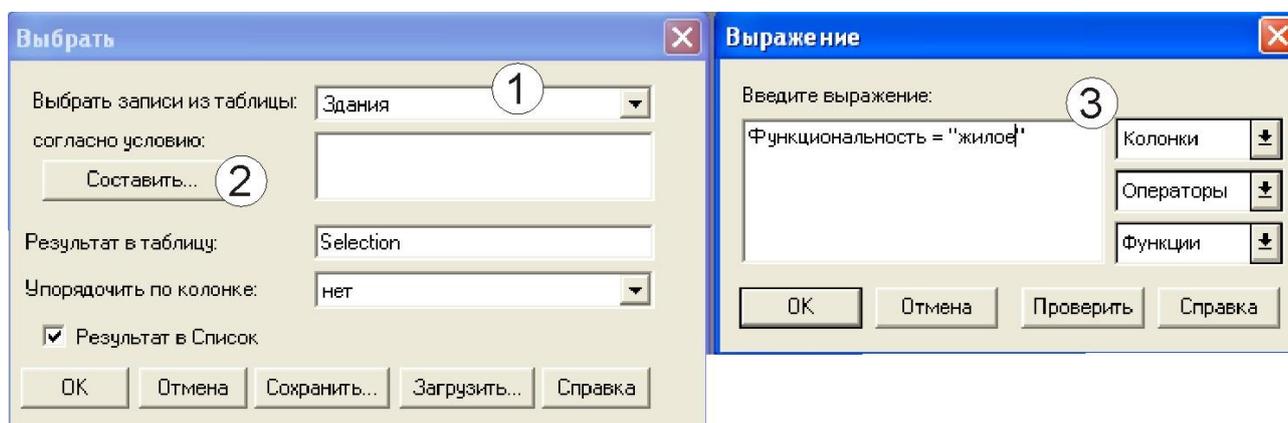


Рис. 36. Алгоритм работы команд *Запрос* → *Выбрать*

Оформление отчетной формы № 2 «Тематическая карта по этажности застройки»

Шаг 1. Для создания тематической карты в окне *Карта* следует воспользоваться командой *Создать тематическую карту*. Главными требованиями к оформлению тематической карты считаются ее наглядность и информативность. С помощью программы ScaleBar (Шкала масштаба) разместить в окне карты масштабную линейку.

Шаг 2. Используя команды *Запрос* → *Выбрать*, выбрать записи из таблицы «Здания», удовлетворяющие условию «Этажность больше *N*»

(исходные данные к лабораторной работе № 3), и поместить результаты выборки в новое окно карты. С помощью программы ScaleBar (Шкала масштаба) разместить в этом окне карты масштабную линейку.

Шаг 3. С помощью инструмента *Окно*, используя команду *Новый отчет*, создать отчет по подготовленным картам. Для отображения двух карт в одном окне отчета можно воспользоваться инструментом *Рамка* или кнопками *Копировать* → *Вставить* (если создано два и более отчета). Для достижения наилучшего результата необходимо использовать настройку *Карта* → *Режимы* → *Масштаб сохраняется*. Оформить для печати отчет «Тематическая карта по этажности застройки» на листе формата А3. Для этого также возможно использование двух листов формата А4. Количество листов задается в окне *Отчет* командой *Режимы показа*, а расположение листов задается в меню *Файл* командой *Настройка печати*. На отчете следует указать выходные данные: отчетная форма № 2, наименование, масштаб, условные обозначения, исполнитель.

В качестве справочной информации в окно отчета нужно поместить с помощью инструмента *Рамка* список зданий, удовлетворяющих условию выборки по этажности.

Оформление отчетной формы № 3 «Кадастровая карта»

Шаг 1. Используя данные, содержащиеся в ЕГРН (исходные данные к лабораторной работе № 3), нанести на цифровой план территории города основные кадастровые сведения (рис. 37).



Рис. 37. Кадастровый план территории

С помощью программы ScaleBar (Шкала масштаба) разместить в окне карты масштабную линейку. В окне *Карта* с помощью команды *Создать легенду* сформировать список условных обозначений, используемых на карте.

Шаг 2. В окне *Таблица* с помощью команды *Обновить колонку* извлечь значения разрешенного использования из списка – *Семантика земельных участков* для записи в таблице – *Ленинский район_земельные участки* по объектам недвижимости в границах района работ (рис. 38).

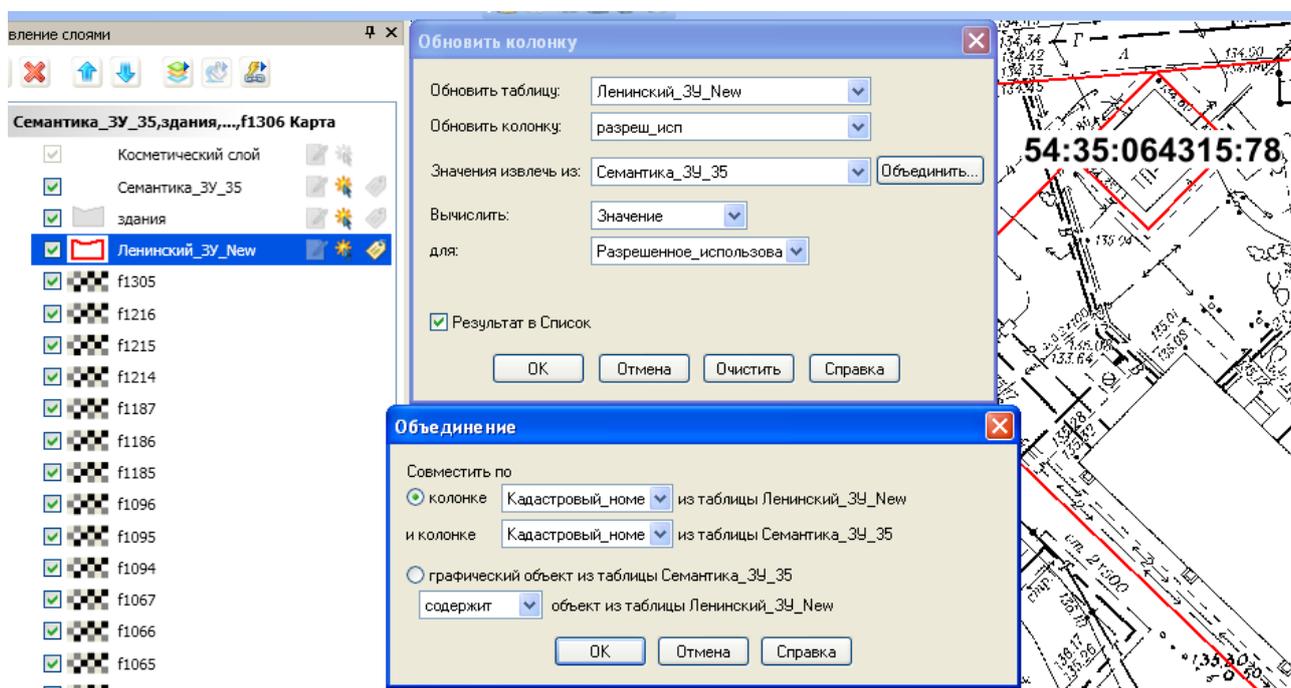


Рис. 38. Алгоритм работы команды *Обновить колонку*

Аналогично следует вычислить значения для колонки *Фактическое использование* в слое *Ленинский район_земельные участки*.

Далее необходимо составить тематические карты по виду разрешенного и фактического использования земельных участков в границах района работ (рис. 39).

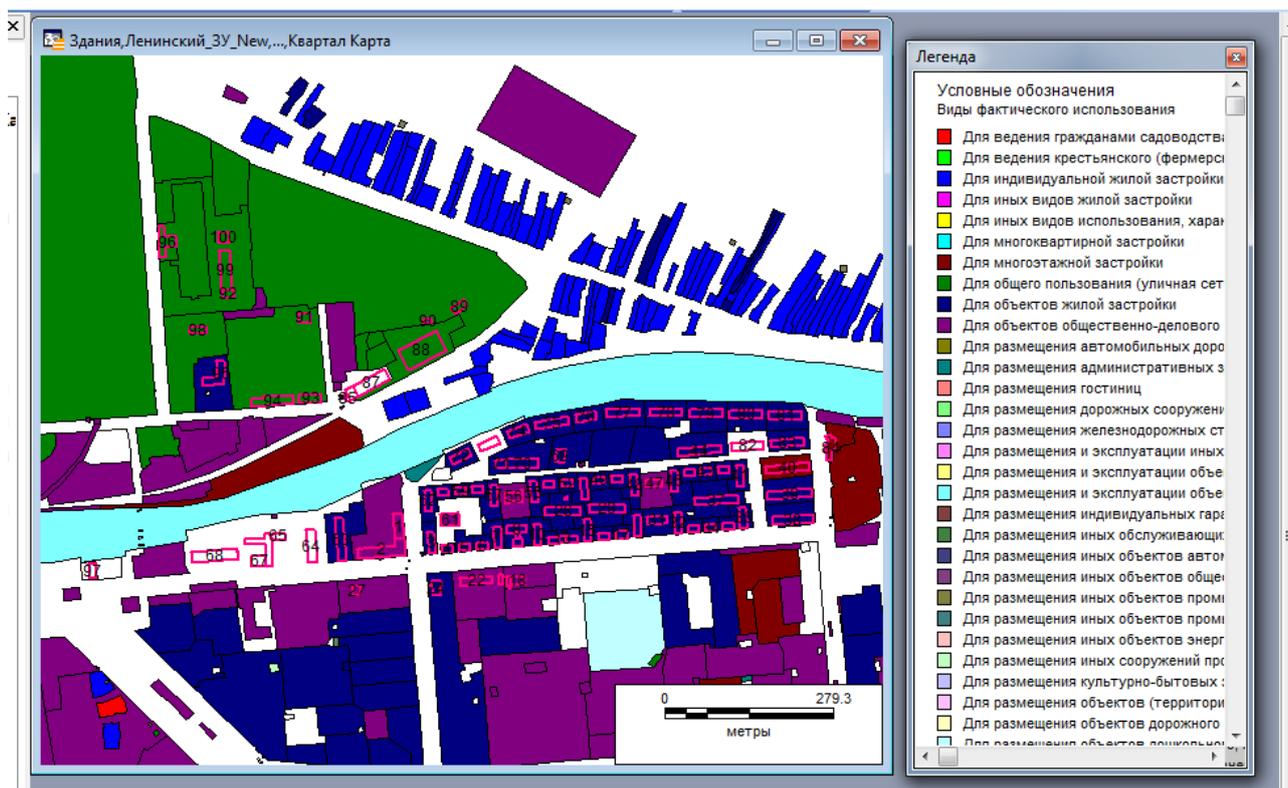


Рис. 39. Тематическая карта по виду фактического использования земельных участков

Шаг 3. С помощью инструмента *Окно*, используя команду *Новый отчет*, создать отчет по подготовленной карте. Оформить для печати отчет «Кадастровая карта» на листе формата А3. На отчете необходимо указать выходные данные: отчетная форма № 3, наименование, масштаб, условные обозначения, исполнитель.

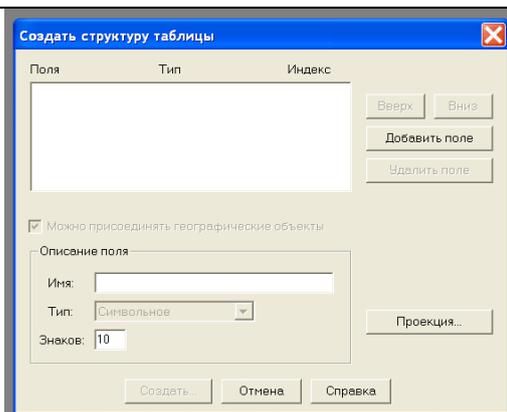
В качестве справочной информации в окно отчета следует поместить обобщенную информацию по объектам кадастра недвижимости: общую площадь земельных участков, общую площадь зданий и сооружений, деление земель по категории и по виду разрешенного использования в процентном выражении.

По результатам лабораторной работы заполнить отчетную форму для оформления электронного варианта лабораторной работы № 3 (прил. 6). В отчетной форме привести примеры по направлениям использования тематических карт.

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ЗЕМЕЛЬНО-ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ»

ВАРИАНТ 1

Опишите алгоритм создания слоя для хранения объектов *Здания* в ГИС MapInfo

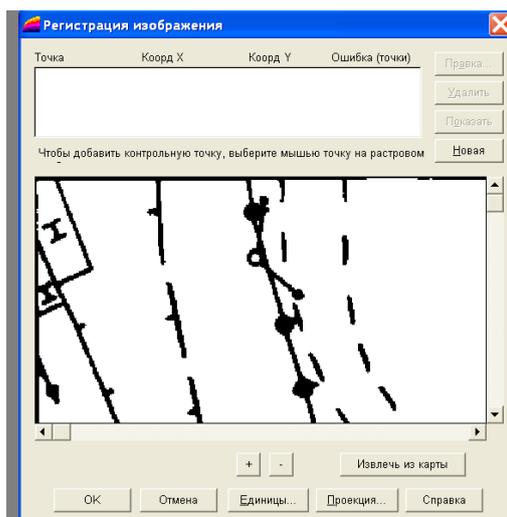


ВАРИАНТ 2

Опишите алгоритм регистрации растрового изображения в ГИС MapInfo со следующими заданными параметрами:

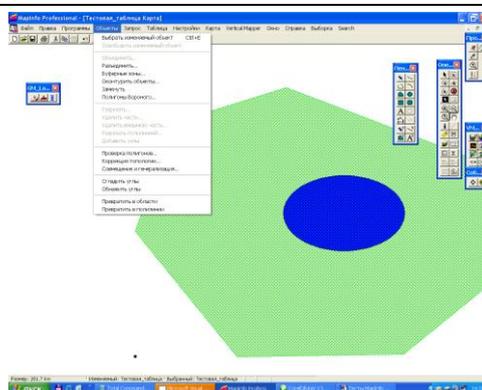
A – масштаб планшета топографического плана размером 50 × 50 см.

X, *Y* – координаты северо-западного угла планшета топографического плана



ВАРИАНТ 3

Опишите алгоритм «вычитания» одного площадного объекта из другого (например, лес – озеро)



ВАРИАНТ 4

Как *выбрать группу записей* из таблицы данных, удовлетворяющих определенному условию (например, выбрать все дома по ул. Достоевского)?

Характеристика	Назначение	Материал	Количество	Название	Полный_адрес	Полное_наименование_участка	Ссылка
домик	водонагреватель	металл	1			О г. Омская	
домик		металл	6		342	О г. Омская	
домик		металл	11		77	О г. Омская	
общественное	школа	металл	4	школа №79		О г. Омская	
общественное	школа	металл	11		77	О г. Омская	
домик		металл	10		39	О г. Омская	
домик		металл	10		10	О г. Омская	
домик	ЦТП	металл	1	ЦТП №13	352	О г. Омская	
производственное	клад	дерево	1		77	О г. Омская	
домик		металл	4		102	О г. Омская	
домик		металл	2		102	О г. Омская	
домик	РМУ	металл	2		102	О г. Омская	
домик	корпус №3 вр. помещ.	металл	1		79	О г. Омская	
домик	корпус №2 вр. помещ.	металл	2		79	О г. Омская	
домик	столовая	металл	3		79	О г. Омская	
домик	кварты	металл	1		102	О г. Омская	
домик	корпус №2 вр. помещ.	металл	2		79	О г. Омская	
общественное	спортивный	металл	1		77	О г. Омская	
общественное	школа	металл	3	школа №79	77	О г. Омская	
общественное	школа №1	металл	1		79	О г. Омская	
общественное	СТО	металл	1	Сервисный центр		О	
домик	дерево	дерево	1		114а	О г. Омская	
производственное	паркинг №4	металл	2		79	О г. Омская	
домик		металл	8		102	О г. Омская	
домик		металл	1		77	О г. Омская	
домик		металл	3		104	О г. Омская	
домик		металл	9		108	О г. Омская	
домик		металл	3		89а	О г. Омская	
административное	Спортивный зал хоккея	металл	5		85	О г. Омская	
общественное	школа №79	металл	3		89а	О г. Омская	
домик		металл	1		85	О г. Омская	
общественное	спортивный	металл	1		89а	О г. Омская	
производственное	клад	металл	1		86	О г. Омская	
домик		металл	15		81	О г. Омская	
домик		металл	10		79	О г. Омская	
домик	дерево	дерево	1		79	О г. Омская	
домик		металл	39		77	О г. Омская	
общественное	Управление МЧС	металл	5		80	О г. Омская	

ВАРИАНТ 5

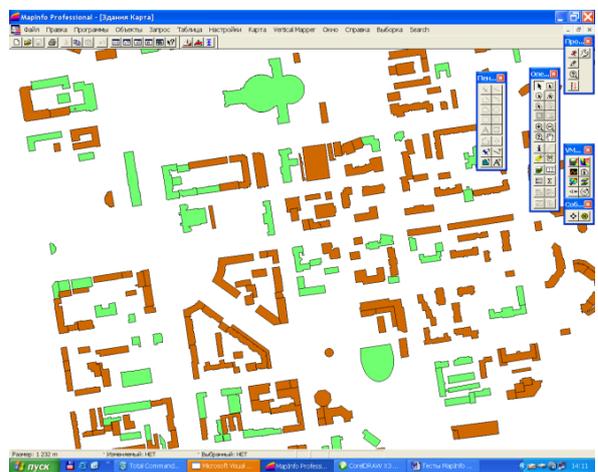
На тестовой карте представлены здания с различной цветовой характеристикой. *Зеленым* выделены только те из них, которые в семантической базе данных в колонке «Тип» имеют значение «общественное».

Исходные данные: слой здания.

Структура таблицы: колонка «Тип».

Цвет всех зданий: коричневый.

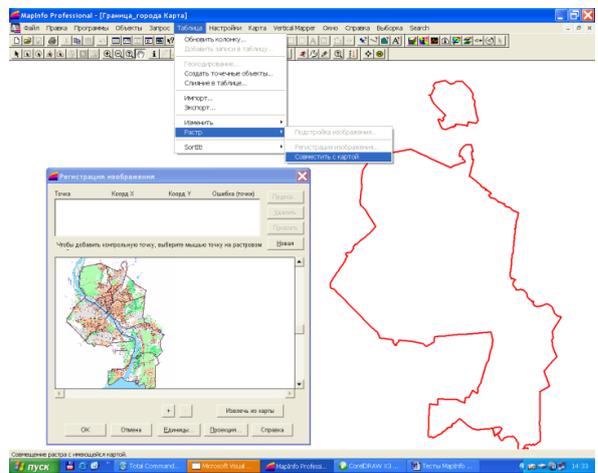
Задача: составьте алгоритм создания тестовой карты



ВАРИАНТ 6

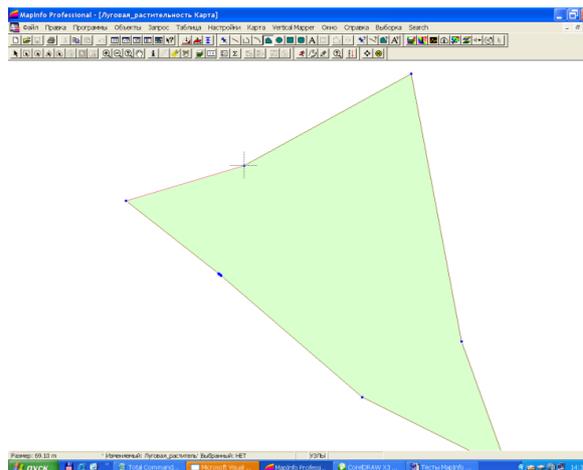
Исходные данные: растровое изображение территории г. Новосибирска с нанесенной границей города; цифровая модель границы города.

Задача: опишите алгоритм регистрации растрового изображения с использованием существующей цифровой карты



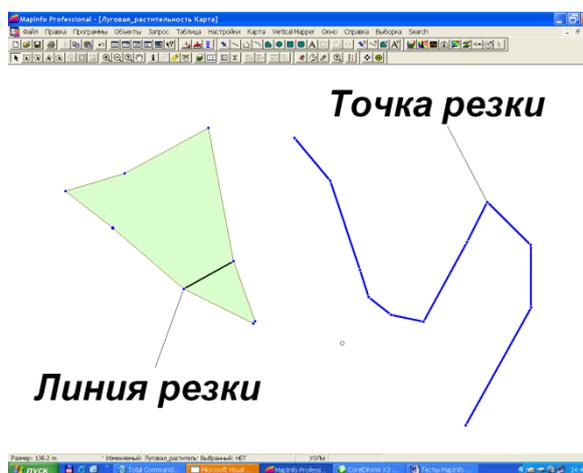
ВАРИАНТ 7

Опишите механизм работы с точной привязкой по узлам в ГИС MapInfo.
Опишите алгоритм автоматической трассировки существующего полилинейного или площадного объекта



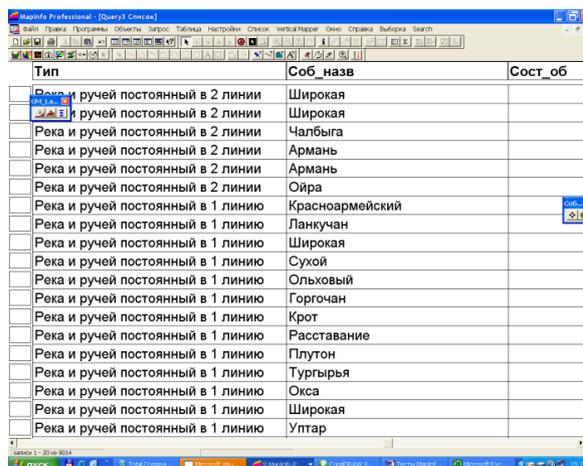
ВАРИАНТ 8

Опишите алгоритм «разрезания на части» площадных и полилинейных объектов средствами ГИС MapInfo



ВАРИАНТ 9

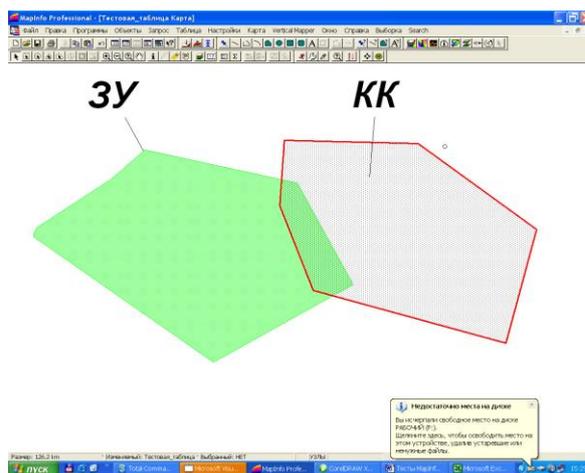
Как с помощью запроса выбрать все элементы из таблицы «Гидрография», относящиеся к объекту река, собственное название – Широкая?



Тип	Соб_назв	Сост_об
<input type="checkbox"/> Река и ручей постоянный в 2 линии	Широкая	
<input checked="" type="checkbox"/> Река и ручей постоянный в 2 линии	Широкая	
<input type="checkbox"/> Река и ручей постоянный в 2 линии	Чалбыга	
<input type="checkbox"/> Река и ручей постоянный в 2 линии	Армань	
<input type="checkbox"/> Река и ручей постоянный в 2 линии	Армань	
<input type="checkbox"/> Река и ручей постоянный в 2 линии	Ойра	
<input type="checkbox"/> Река и ручей постоянный в 1 линию	Красноармейский	
<input type="checkbox"/> Река и ручей постоянный в 1 линию	Ланкучан	
<input type="checkbox"/> Река и ручей постоянный в 1 линию	Широкая	
<input type="checkbox"/> Река и ручей постоянный в 1 линию	Сухой	
<input type="checkbox"/> Река и ручей постоянный в 1 линию	Ольховый	
<input type="checkbox"/> Река и ручей постоянный в 1 линию	Горгочан	
<input type="checkbox"/> Река и ручей постоянный в 1 линию	Крот	
<input type="checkbox"/> Река и ручей постоянный в 1 линию	Расставание	
<input type="checkbox"/> Река и ручей постоянный в 1 линию	Плутон	
<input type="checkbox"/> Река и ручей постоянный в 1 линию	Тургырья	
<input type="checkbox"/> Река и ручей постоянный в 1 линию	Окса	
<input type="checkbox"/> Река и ручей постоянный в 1 линию	Широкая	
<input type="checkbox"/> Река и ручей постоянный в 1 линию	Уптар	

ВАРИАНТ 10

Прокомментируйте, в чем заключается **топологическая некорректность** цифровой модели кадастрового квартала (КК) и земельного участка (ЗУ), представленной на рисунке. С помощью каких инструментов ГИС MapInfo возможно **изменить контур** границы объекта?

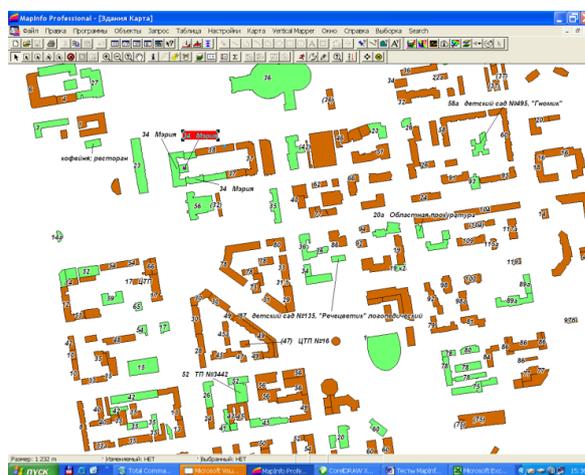


ВАРИАНТ 11

Окно тестовой карты содержит слой *Здания* с поясняющими подписями *Номер дома* и *Наименование*. Информация представлена в семантической базе данных объекта.

Задачи:

- 1) поясните, с помощью какого инструмента сгенерированы подписи;
- 2) составьте выражение, с помощью которого выполнены подписи;
- 3) поясните, как сохранить подписи на карте

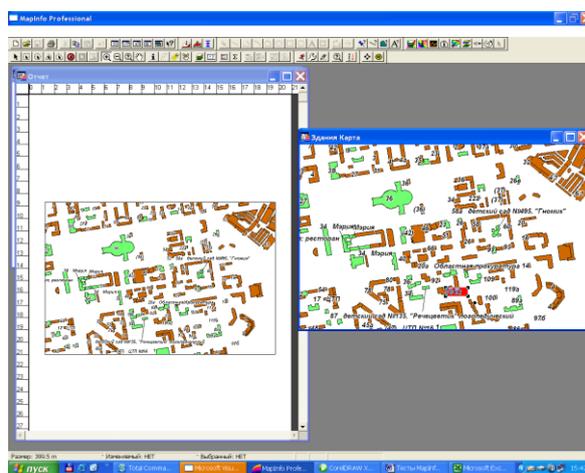


ВАРИАНТ 12

Прокомментируйте алгоритм создания отчета в ГИС MapInfo.

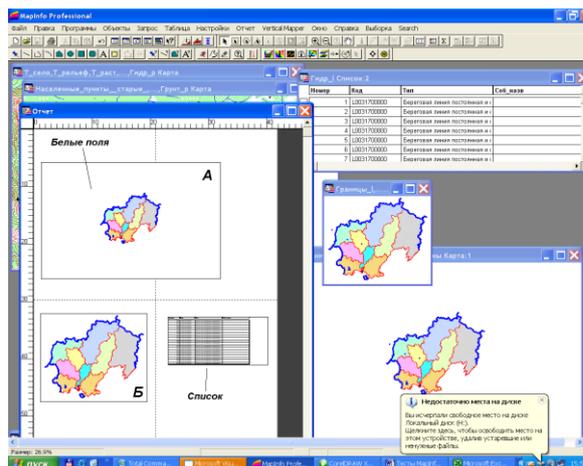
Как установить определенный масштаб отображения карты в окне отчета?

Как сохранить отчет для последующей работы?



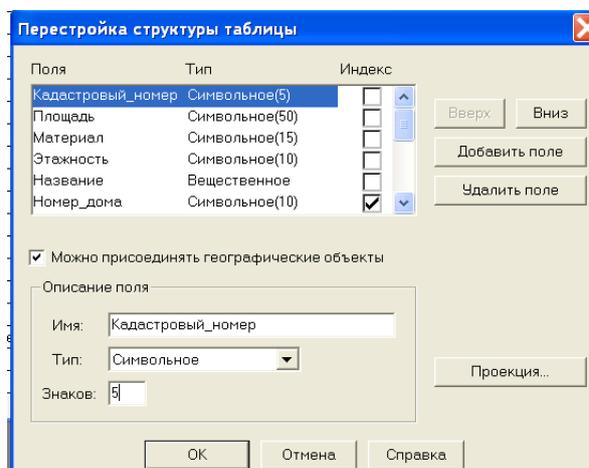
ВАРИАНТ 13

1. Поясните, с помощью какой настройки окна карты ГИС MapInfo сгенерированы рамки А и Б.
2. Как в окно отчета поместить список?
3. Как в окно отчета поместить рамку, содержащую изображение окна карты?



ВАРИАНТ 14

Прокомментируйте, какие ошибки допущены в описании значений, хранящихся в слое *Здания*



БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Аврунев Е. И. Геодезическое обеспечение государственного кадастра недвижимости : монография. – Новосибирск : СГГА, 2010. – 144 с.
2. Базовые пространственные данные [Электронный ресурс] – Режим доступа : www.gisa.ru/file/file1015/doc.
3. Берлянт А. М. Картография : учебник для вузов. – М. : Аспект-Пресс, 2001. – 336 с.
4. Блиновская Я. Ю., Задоя Д. С. Введение в геоинформационные системы : учеб. пособие. – 2-е изд. – М. : Форум : НИЦ ИНФРА-М, 2016. – 112 с.
5. Брынь М. Я., Богомолова Е. С., Левин Б. А. Инженерная геодезия и геоинформатика. – М., 2015. – 288 с.
6. Геоинформатика : учебник для студ. высш. учеб. заведений : в 2 кн. / Е. Г. Капралов, А. В. Кошкарев, В. С. Тикунов и др. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Изд. центр «Академия», 2008. – Кн. 1. – 384 с.; Кн. 2. – 384 с.
7. Геоинформационные системы. Дистанционное зондирование Земли : учеб.-метод. пособие / А. В. Дубровский, В. Н. Никитин, Е. С. Троценко, Н. В. Фадеенко. – Новосибирск : СГГА, 2014 – 90 с.
8. Геопортал как точка входа в инфраструктуру пространственных данных / В. Н. Антонов, В. В. Затыгалова, М. Г. Захватов, Ф. В. Пяткин // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2014. X Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Экономическое развитие Сибири и Дальнего Востока. Экономика природопользования, землеустройство, лесоустройство, управление недвижимостью» : сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 8–18 апреля 2014 г.). – Новосибирск : СГГА, 2014. Т. 2. – С. 86–88.
9. Геопространственный дискурс в системе опережающего научного 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.

10. ГИС «Краснодар» мультисервисная информационно-коммуникационная система [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://gis.krd.ru/>. – Загл. с экрана.
11. ГОСТ Р 51607–2000. Карты цифровые топографические. Правила цифрового описания картографической информации. Общие требования. – М. : Изд-во стандартов, 2000.
12. ГОСТ 3 ИСО 1913–2003. Географическая информация. Принципы оценки качества. – М. : Изд-во стандартов, 2003.
13. ГОСТ Р 50828–95. Геоинформационное картографирование. Пространственные данные, цифровые и электронные карты. Общие требования. – М. : Изд-во стандартов, 1996.
14. ГОСТ Р 51794–2001. Системы координат. Методы преобразования координат определяемых точек. – М. : Изд-во стандартов, 2001.
15. ГОСТ Р 52440–2005. Модели местности цифровые. Общие требования. – М. : Изд-во стандартов, 2005.
16. ГОСТ Р 52573–2006. Географическая информация. Метаданные. – М. : Изд-во стандартов, 2006.
17. Демиденко Р. А., Турутина А. С., Каримова А. А. Ведение цифрового фонда геодезических и топографических материалов // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. – 2012. – № 7 (91). – С. 68–74.
18. Дубровский А. В. Возможности применения геоинформационного анализа в решении задач мониторинга и моделирования пространственных структур // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2015. – № 5/С. – С. 220–224.
19. Дубровский А. В. Геоинформационные системы: управление и навигация : учеб.-метод. пособие. – Новосибирск : СГГА, 2013. – 96 с.
20. Дубровский А. В., Ершов А. В., Малыгина О. И. Опыт внедрения единого информационного обеспечения дисциплины «Геоинформационные системы» // АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ОБРАЗОВАНИЯ. современные тенденции повышения качества непрерывного образования : сб. материалов Междунар. науч.-метод. конф., 1–5 февраля 2016 г., Новосибирск. В 3 ч. Ч. 2. – Новосибирск : СГУГиТ, 2016. – С. 25–29.
21. Дубровский А. В., Ершов А. В., Малыгина О. И. Элементы современного геоинформационно-картографического обеспечения для управления муниципальными образованиями // АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

ОБРАЗОВАНИЯ. Ведущая роль современного университета в технологической и кадровой модернизации российской экономики : сб. материалов Междунар. науч.-метод. конф., 16–20 февраля 2015 г., Новосибирск. В 3 ч. Ч. 2. – Новосибирск : СГУГиТ, 2015. – С. 22–27.

22. Дубровский А. В., Малыгина О. И. Геодизайн – новое направление геоинформационного проектирования // 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. 40–45.

23. Дубровский А. В., Малыгина О. И. Геоинформационные системы: автоматизированное картографирование : учеб.-метод. пособие. – Новосибирск : СГУГиТ, 2016. – 93 с.

24. Дубровский А. В., Никитин В. Н., Ершов Е. А. Опыт применения программного обеспечения СПЕКТРУМ в решении задачи разработки геопорталов // Геоинформационные технологии в решении задач рационального природопользования : материалы II Всероссийской научно-практической конференции / АУ «Югорский НИИ информационных технологий». – Ханты-Мансийск : Югорский формат, 2015. – С. 15–18.

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

26. 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. науч.-метод. конф., 23–27 января 2017 г., Новосибирск. В 2 ч. Ч. 1. – Новосибирск : СГУГиТ, 2017. – С. 77–83.

27. Еремченко Е. В., Тикунов В. С Противоречивость и несогласованность пространственно-временных данных: возможность решения проблемы в геоинформационной среде // Геодезия и картография. – 2013. – № 4. – С. 41–47.

28. Ершов А. В., Дубровский А. В. Формирование картографических баз данных для цели информационного обеспечения кадастра недвижимости // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2016. XII Междунар. науч. конгр. : Меж-

дунар. 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. 53–58.

29. Зейлер М. Моделирование нашего мира. Руководство ESRI по проектированию базы геоданных. – М. : МГУ им. М. В. Ломоносова, 2001. – 254 с.

30. Карпик А. П. Методологические и технологические основы геоинформационного обеспечения территорий. – Новосибирск : СГГА, 2004. – 250 с.

31. Карпик А. П., Ветошкин Д. Н., Архипенко О. П. Совершенствование модели ведения государственного кадастра недвижимости в России // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 3 (23). – С. 53–59.

32. 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.

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

34. Конституция Российской Федерации // Российская газета. – 1993. – 12 дек.

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

36. Ловцов Д. А., Черных А. М. Геоинформационные системы : учеб. пособие. – М. : РАП, 2012. – 192 с.

37. Лурье И. К. Геоинформационное картографирование : учебник. – М. : КДУ, 2008. – 422 с.

38. Малыгина О. И., Дубровский А. В. 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 : Тюменский индустриальный университет, 2017. – С. 30–35.

39. Матвеев С. И. Инженерная геодезия и геоинформатика : учебник для вузов. – М. : Академический Проект : Фонд «Мир», 2012. – 484 с.
40. Миллер С. А. Коротко о важном: создание ИПД РФ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.gisa.ru/88473.html>. – Загл. с экрана.
41. О государственной регистрации недвижимости [Электронный ресурс] : федеральный закон, от 13.07.2015 № 218-ФЗ (действующая редакция, 2016). – Доступ из справ.-правовой системы «Гарант».
42. О кадастровой деятельности [Электронный ресурс] : федеральный закон от 24.07.2007 № 221-ФЗ, ред. от 08.12.2011. – Доступ из справ.-правовой системы «Гарант».
43. Об информации, информационных технологиях и о защите информации [Электронный ресурс] : федеральный закон от 27.07.2006 № 149-ФЗ (послед. ред.). – Доступ из справ.-правовой системы «Гарант».
44. Об утверждении Правил создания и обновления единой электронной картографической основы [Электронный ресурс] : постановление Правительства Российской Федерации от 03.11.2016 № 1131. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/420381606/>. – Загл. с экрана.
45. Об утверждении Правил установления местных систем координат : постановление Правительства РФ от 03.03.2007 № 139 [Электронный ресурс]. – Доступ из справ.-правовой системы «Гарант»
46. Об утверждении программы «Цифровая экономика Российской Федерации» [Электронный ресурс] : распоряжение Правительства РФ от 28 июля 2017 г. № 1632-р. – Доступ из справ.-правовой системы «Гарант».
47. Савиных В. П., Цветков В. Я. Геоинформационный анализ данных дистанционного зондирования [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://4du.ru/books/geoinformatika/geoinformacionny_yanaliz_dannyh_distancionnogo_zondiroyaniya.html
48. Середович В. А. Геоинформационные системы (назначение, функции, классификация) : монография. – Новосибирск : СГГА, 2008.
49. Сизов А. П. Роль землеустройства и кадастра недвижимости в пространственном развитии территорий : учеб. пособие. – СПб. : ЗАО «Айбукс», 2015. – 124 с.
50. Сизов А. П. Современные проблемы землеустройства и кадастров. Ч. 1. Землеустройство : учеб. пос. для студентов магистратуры. – М. : Изд-во МИИГАиК, 2012. – 69 с.

51. Скворцов А. В. Геоинформатика. – Томск : Изд-во Том. ун-та, 2006. – 336 с.
52. Условные знаки для топографических планов масштабов 1 : 5 000, 1 : 2 000, 1 : 1 000, 1 : 500. – М. : Недра, 1989. – 286 с.
53. Цветков В. Я. Геоинформационные системы и технологии. – М. : Финансы и статистика, 1998. – 288 с.
54. Черемисина Е. Н., Никитин А. А. Геоинформационные системы и технологии : учебник для вузов. – М., 2011 – 220 с.
55. Что делать с 3D ГИС или где 110 миллионов? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ulgrad.ru/?p=75505>. – Загл. с экрана.
56. Шевин А. В. Геопорталы как базовые элементы инфраструктуры пространственных данных: анализ текущего состояния вопроса в России // Вестник СГУГиТ. – 2016. – № 3 (35). – С. 102–110.
57. Элементы геоинформационного обеспечения инвентаризационных работ / А. В. Дубровский, А. В. Ершов, Ю. А. Новоселов, В. Н. Москвин // Вестник СГУГиТ. – 2017. – Т. 22, № 4. – С. 78–91.
58. 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). – 2018. – Vol. 9, Issue1. – P. 1185–1202.
59. Esri Geoportal Server ГИС [Electronic resource]. – Mode of access : <https://www.esri-cis.ru/products/geoportal/detail/review/>.
60. Karpik A. P., Musikhin I. A. Research and practical trends in geospatial sciences // ISPRS – International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. – 2016. – Т. XLI-B6. – P. 177–184.
61. Karpik A. P., Avrunev E. I., Truhanov A. E. To the question of geodetic and cartographic provision of cadastral register // International Journal of Applied Engineering Research. – 2015. – Vol. 10, № 18. – P. 39601–39602.
62. OpenStreetMap [Electronic resource] – Mode of access: <https://www.openstreetmap.org>. – Загл. с экрана.
63. Roger Tomlinson's PhD: The first in GIS [Electronic resource]. – Mode of access : <http://spatial.ly/2017/07/roger-tomlinsons-phd-the-first-in-gis/>.

ПРИМЕРЫ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ, ВЫПОЛНЕННЫХ НА БАЗЕ ЛАБОРАТОРИИ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ «ДИГИТАЙЗЕР»

1. Создание адресных планов городов для проведения Всероссийской переписи населения в 2010 г. на территории Новосибирской области (НСО)

Адрес – это один из механизмов управления деятельностью в пределах государства. Это характеристика, связывающая человека с территорией.

Для подготовки и проведения *Всероссийской переписи населения 2010 г.* на территории НСО были проведены работы по изготовлению схематических планов районов г. Новосибирска и городов областного подчинения, а также карт административных районов НСО. Для выполнения работы использовались карты и планы на бумажной основе, а также данные комитета Госстатистики по Новосибирской области.

Анализ действующего законодательства показывает, что к адресным данным не предъявляется никаких специальных требований. Из-за отсутствия единого государственного стандарта адресная информация по-разному представляется в разных типах документов.

При создании схематических планов основными требованиями являлись: использование одной технологии создания; унификация требований

к формату данных; единые требования к структуре представления пространственной и семантической информации; единство системы координат, представления пространственных данных (рис. П.1.1).



Рис. П.1.1. Фрагмент картографического материала для переписи населения

Полученный картографический материал предназначен для составления списков домов в населенных пунктах и подготовки организационных планов проведения Всероссийской переписи на-

селения 2010 г. Также картографический материал необходим для обеспечения лиц, осуществляющих сбор сведений о населении, схематическими планами и картами в целях полноты охвата населения переписью и получения качественных итогов (рис. П.1.2).

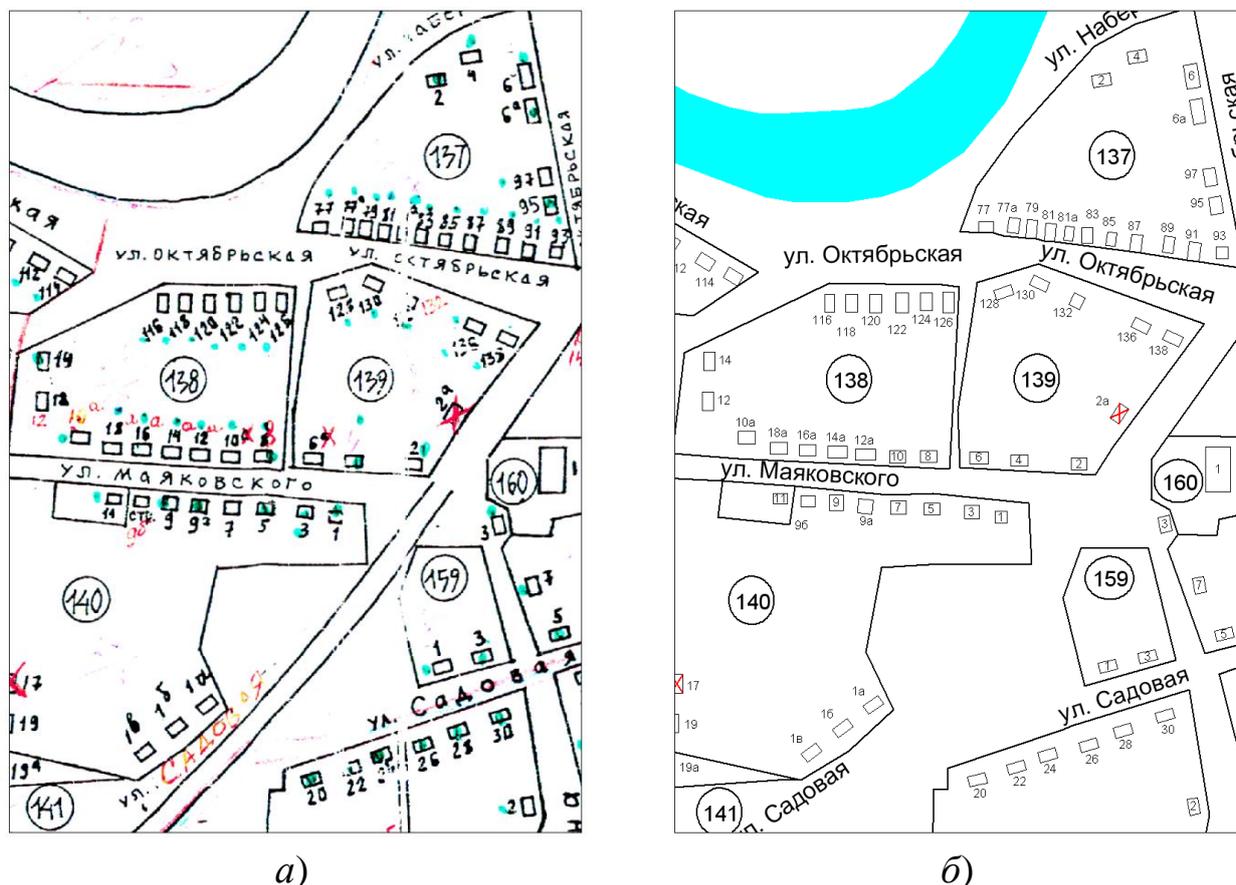


Рис. П.1.2. Фрагмент цифрового плана села Довольное:

а) исходная схема; б) готовая схема для переписи населения

Общие данные по картографическим материалам для проведения Всероссийской переписи населения 2010 г. представлены в табл. П.1.1.

Таблица П.1.1

Адресные планы	Количество зданий	Площадь застройки, км ²	Площадь работ, км ²	Протяженность улиц, км
Город Новосибирск	83 198	176,36	471,87	1 479,31
Города областного подчинения (г. Барабинск, г. Бердск, г. Искитим, г. Куйбышев, г. Обь, г. Татарск)	36 008	27	90	474
Населенные пункты (с численностью более 2 000 человек) в количестве 43	43 568	58	122	704

2. Создание электронных навигационных карт на территорию НСО

Интеллектуальная система навигации и управления (ИСНиУ) может быть использована при решении различных задач, связанных с навигацией, развитием российской системы ГЛОНАСС, поиском объектов на местности, выдачей справочно-картографической информации, управлением территорией. Из заинтересованных в разработке системы служб и ведомств следует отметить Федеральную службу геодезии и картографии, Росавтодор, МЧС РФ, администрации всех уровней, правоохранительные органы, службы архитектуры и территориального планирования.

ИСНиУ имеют широкий спрос и среди рядовых пользователей пространственной информации. В этом случае главная роль данного информационного ресурса – справочно-картографическая, а также это возможность оптимального проектирования для широкого круга управленческих задач, оперирующих в своем решении пространственными данными.

В СГУГиТ применяется технология обновления электронных навигационных карт с использованием GPS-технологий (рис. П.1.3, П.1.4).



Рис. П.1.3. Пример оперативного мониторинга изменений в застройке города

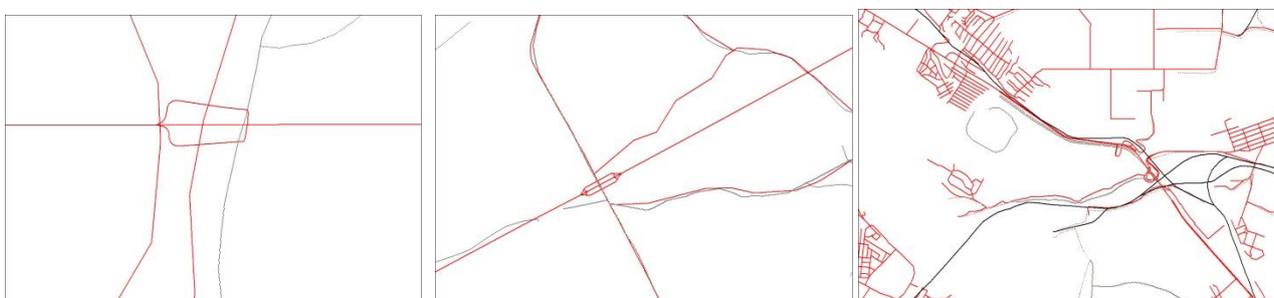


Рис. П.1.4. Пример мониторинга навигационной карты автодорог

3. Создание справочно-картографических ГИС на примере проекта «Электронный атлас архитектурно-исторических достопримечательностей г. Новосибирска»

Основными задачами проекта «Электронный атлас архитектурно-исторических достопримечательностей г. Новосибирска» являются создание, хранение и предоставление пространственно-координированных иллюстративно-описательных данных по архитектурно-историческим достопримечательностям г. Новосибирска. С позиции геоинформатики основной задачей проекта является нанесение на цифровую карту г. Новосибирска объектов – газеттиров, отображающих местоположение памятников архитектуры и градостроительства, а также исторически памятных мест города.

Все архитектурно-исторические достопримечательности классифицируются по следующим категориям: здания, памятники, инженерно-технические сооружения. Каждый объект, отображаемый на карте, имеет связь с иллюстративно-описательной базой данных. Следует подчеркнуть, что при создании иллюстраций к атласу не использовались сторонние фотоматериалы, все фотографии архитектурных объектов были выполнены самими авторами проекта.

Цифровая карта создана в системе координат WGS-84, благодаря этому пользователи электронного атласа имеют возможность получения координат объектов, отнесенных на карте к классу архитектурно-исторических достопримечательностей города (рис. П.1.5).

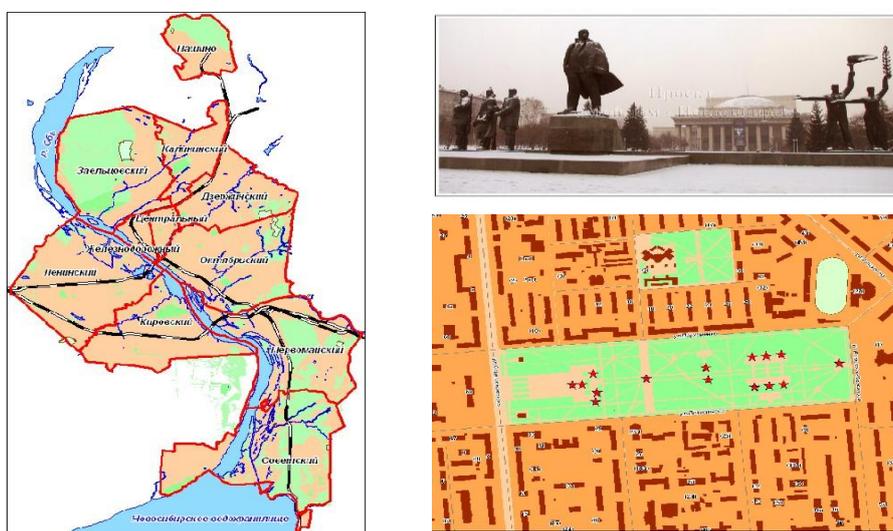


Рис. П.1.5. Фрагмент оформления электронного атласа

По имеющимся данным о пространственном положении объектов возможно создание экскурсионных маршрутов в виде файлов каталогов координат для работы современных навигационных приборов. Экскурсионные маршруты сопровождаются иллюстративно-описательной информацией и могут выполнять роль электронного гида.

Проект удостоен награды «Малая золотая медаль ITE Сибирская ярмарка 2010» в номинации «Кадастр».

С атласом можно ознакомиться на сайте НИС СГУГиТ по электронному адресу: nis.ssga.ru.

4. Создание цифровых моделей территорий субъектов Федерации

При создании цифровой картографической основы Сибирского федерального округа (СФО) необходимо учитывать ее многоцелевое назначение и возможность использования для решения широкого круга задач территориального управления, в том числе с учетом Градостроительного кодекса РФ, и информационного обеспечения градостроительной деятельности на территориях муниципальных образований. Для выполнения работ по оцифровке целесообразно привлечение средств основных потенциальных пользователей цифровыми картами: администрации субъектов Федерации, службы ГОиЧС, Росреестра.

Для создания картографической базы данных (КБД) в качестве основы необходимо использовать топографические карты, которыми располагают центры и предприятия Федеральной службы геодезии и картографии России, в том числе космические снимки высокого и среднего разрешения.

На базе СГУГиТ создана геоинформационная основа на территорию СФО масштабов 1 : 1 000 000 – 1 : 500 000, на территорию НСО – цифровая карта масштаба 1 : 200 000. Также созданы цифровые адресные планы 100 крупных населенных пунктов НСО, включая г. Новосибирск.

Проект был удостоен дипломом III степени Ассоциации сибирских и дальневосточных городов в номинации «Информатика».

В результате внедрения исследований в производство работ ОАО «СибЗНИИЭП» получен акт о внедрении технологии, утвержденный генеральным директором С. Ф. Траутвейном.

5. Геоинформационный анализ территории г. Новосибирска

В рамках данных работ были проведены исследования по следующим направлениям.

1. Моделирование зон видимости (рис. П.1.6) на примере построения сети радиорелейных станций между подразделениями УВД. Работа по оценке зон видимости для проектирования сети радиорелейных станций выполнялась в три этапа:

- 1) определение зон видимости между зданиями правоохранительных органов и условным центром с учетом высоты рельефа г. Новосибирска;
- 2) определение зон видимости между зданиями, занимаемыми правоохранительными органами, и условным центром с учетом застройки г. Новосибирска;
- 3) определение зон видимости между районными подразделениями правоохранительных органов.



Рис. П.1.6. Геоинформационный анализ зон видимости

2. Моделирование зон затопления (рис. П.1.7). В г. Новосибирске могут возникнуть катастрофическое затопление при разрушении напорного фронта Новосибирской ГЭС и проявление стихийных бедствий, связанных с наводнениями, затоплениями и подтоплениями. Затопление может произойти по поверхности с отметкой, высота которой получена из расчетов, выполненных в геоинформационной системе. Площадь затопления может составить около 100 км². В зону затопления только на территории одного района может попасть 12 700 промышленных зданий и жилых домов с населением около 100 тыс. человек. Кроме того, возможен выход из строя объектов жизнеобеспечения города, что приведет к серьезным экономическим потерям.

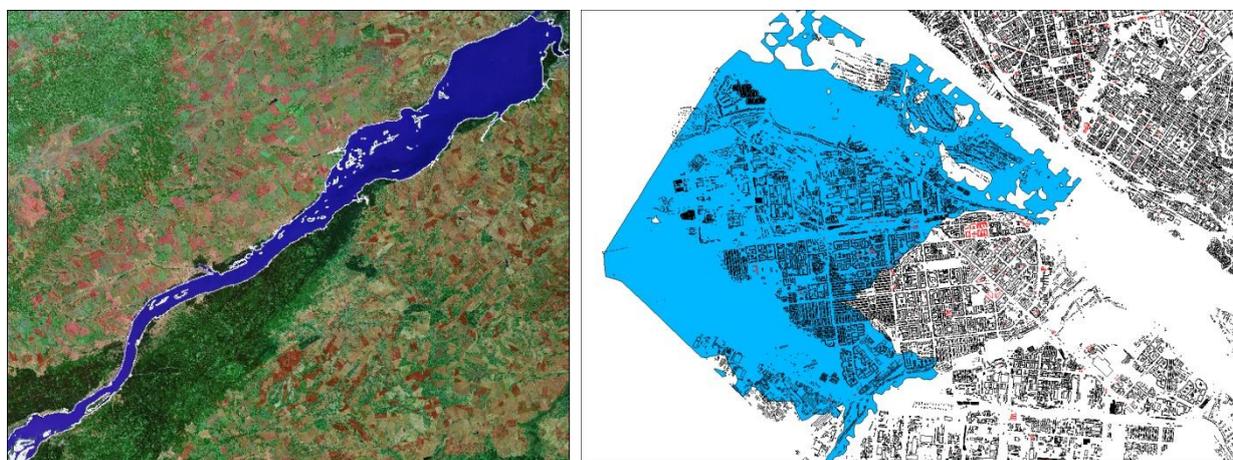


Рис. П.1.7. Геоинформационный анализ площади затопления

Исследования были удостоены награды «Серебряная медаль ITE Сибирская ярмарка 2009» в номинации «Геоинформатика».

6. Создание геоинформационной основы территориальной информационной системы

Можно выделить четыре основных принципа, на основании которых должны строиться территориальные информационные системы на уровне субъекта Федерации.

Первый принцип заключается *в единстве представления пространственных объектов, процессов, явлений в геоинформационной основе*

на территорию субъекта Федерации. Принцип единства геоинформации заключается в следующем:

- использование единой системы координат;
- использование единых стандартов представления цифровых пространственных данных;
- представление данных в едином геоинформационном проекте;
- применение единого формата хранения данных в системе;
- использование единой технологии обработки и предоставления данных.

При создании геоинформационной основы должен учитываться второй принцип – *территориально-отраслевой*, который заключается в комплексном нанесении на цифровую карту пространственных объектов с учетом их территориальной и отраслевой принадлежности, т. е. должно применяться тематическое картографирование (рис. П.1.8).

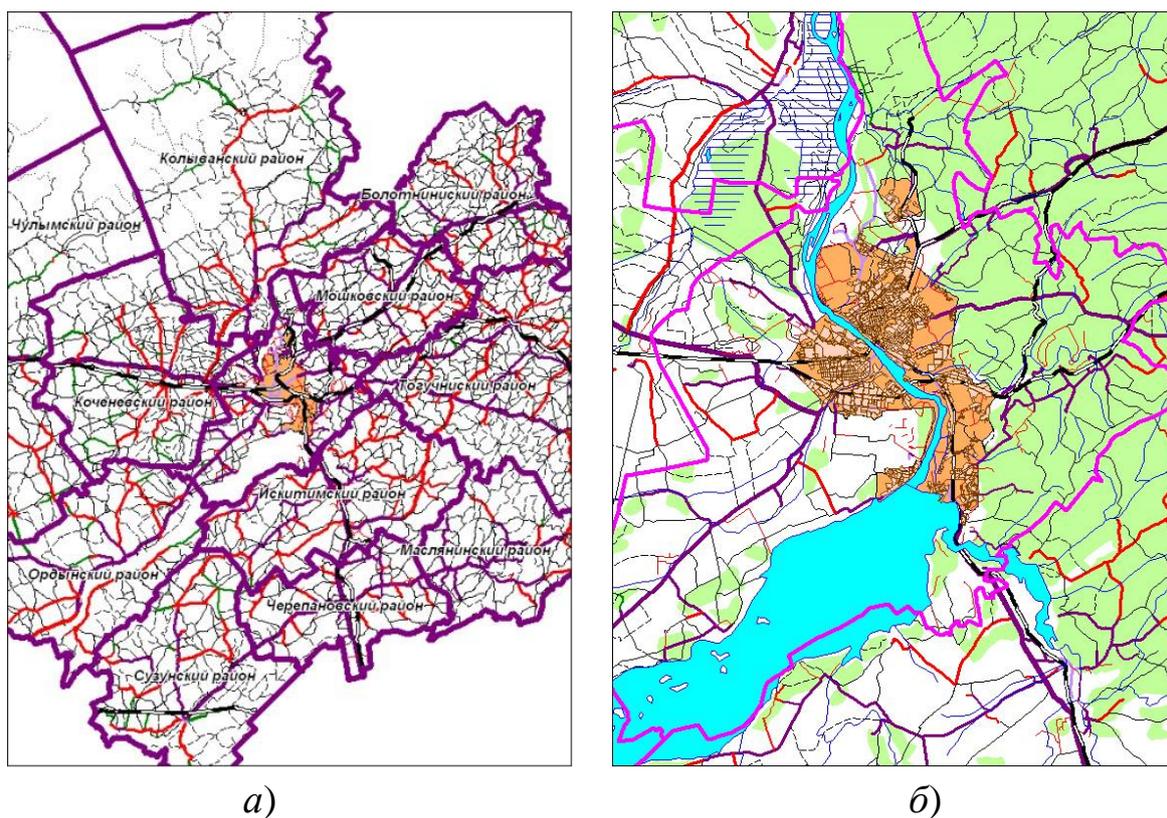


Рис. П.1.8. Тематическое картографирование:

а) административно-территориальное деление НСО; б) территориально-отраслевое деление района НСО

Из территориально-отраслевого принципа следует:

1) каждый картографический объект имеет определенное функциональное значение;

2) алгоритмы работы автоматизированной системы позволяют производить расчетно-графические операции над пространственными объектами, а также над территориальными зонами.

Из второго принципа следует третий – принцип *территориальной целостности*, который имеет три аспекта:

– во-первых, связь объектов в геоинформационном пространстве осуществляется за счет анализа и учета взаимовлияющих факторов;

– во-вторых, геоинформационное пространство должно быть представлено единой моделью пространственных объектов с возможностью перехода от уровня Российской Федерации, округа, субъекта Федерации и до уровня отдельного муниципального образования (МО) (рис. П.1.9).

– в-третьих, территория субъекта Федерации должна рассматриваться совместно со смежными областями (рис. П.1.10).

Подход к формированию геоинформационной основы с использованием принципа территориальной целостности показан на рис. П.1.11.



Рис. П.1.9. Картографическая интерпретация принципа территориальной целостности геоинформационной основы

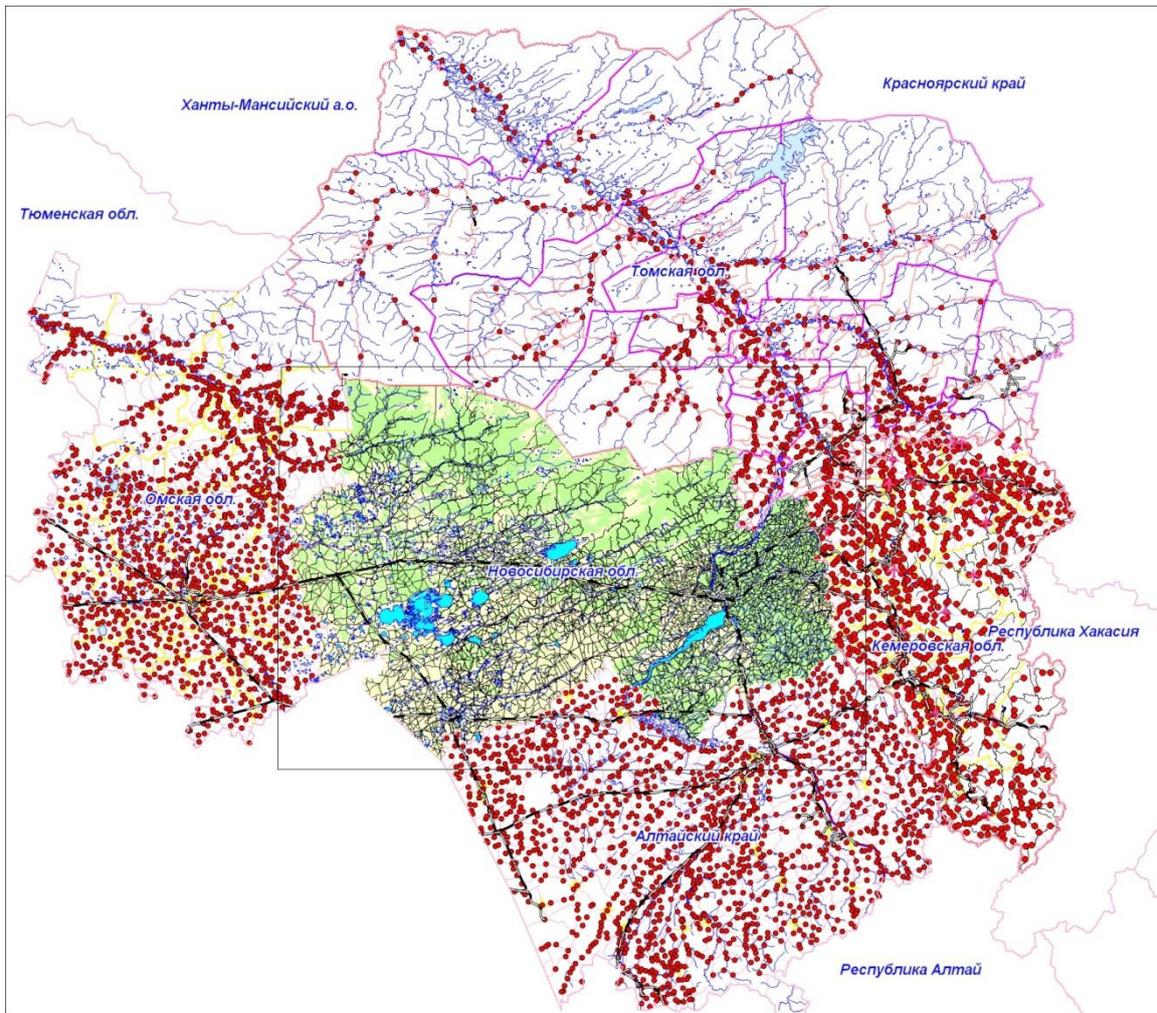


Рис. П.1.10. Совместное представление смежных субъектов Федерации в едином геоинформационном пространстве

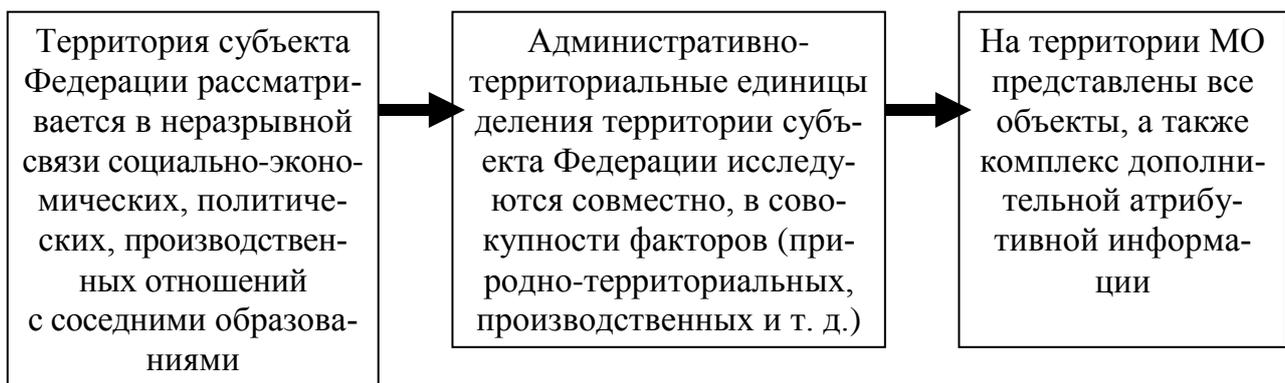


Рис. П.1.11. Формирование геоинформационной основы с использованием принципа территориальной целостности

Благодаря созданию единого геоинформационного пространства и формированию на его основе системы управления и навигации, возможно осуществление четвертого принципа – *социальной комфортности населения*.

Важнейшие социально-территориальные элементы городской инфраструктуры, формирующие комфортную среду проживания городского населения, представляют собой взаимосвязь пространственно-территориального положения населения и обслуживающих его структур, которые, в свою очередь, определяют уровень социальной комфортности населения.

На рис. П.1.12 показаны основные направления использования геоинформационной основы системы навигации и управления для достижения принципа социальной комфортности населения.

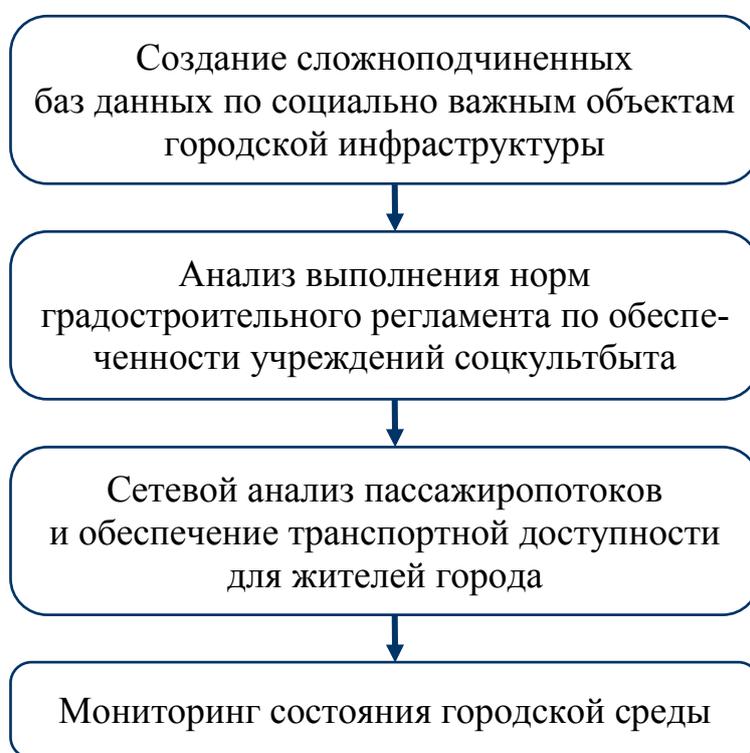


Рис. П.1.12. Основные направления использования геоинформационной основы системы навигации и управления

Исследования были удостоены награды «Диплом ITE Сибирская ярмарка 2010» в номинации «Геоинформатика» за создание системы геоинформационного мониторинга социальной инфраструктуры субъекта Федерации.

7. Геоинформационный анализ угроз здоровью и жизни населения Ленинского района г. Новосибирска

Возможно ли точно предугадать время и место возникновения чрезвычайной ситуации на территории города? Можно ли заранее подготовиться и принять меры к предотвращению угроз для жизни населения?

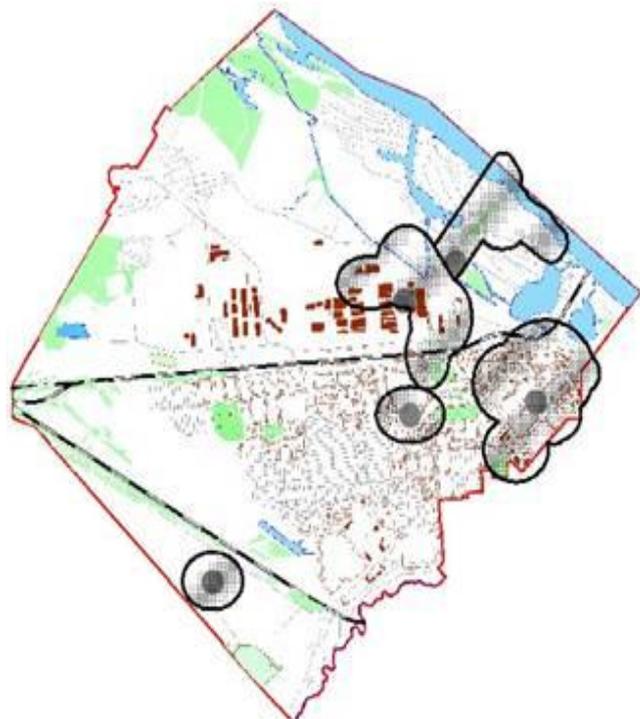


Рис. П.1.13. Комплексная оценка территории района города по угрозам техногенного

Сложные пространственные структуры и их взаимосвязи, существующие на территории города, являются источниками потенциальных угроз для жизни и здоровья населения. При этом наиболее опасными являются угрозы, развитие которых может послужить толчком для возникновения целого ряда чрезвычайных ситуаций.

На рис. П.1.13 отражен результат комплексного геоинформационного анализа территории города по уровню техногенных и природных угроз, а в табл. П.1.2 приведены характеристики потенциально опасных зон.

Таблица П.1.2

Наименование	Площадь, км ²	Здания нежилые	Здания жилые	Население, чел.
«Береговая»	2,3	113	512	1 340
«Производственная»	3,26	1 011	19	2 908
«Академическая»	0,86	182	156	14 531
«Центральная»	4,05	660	538	68 982
«Складская»	0,79	185	23	554
Итого	11,26	2 151	1 248	88 315

8. Геоинформационный анализ потенциальных угроз на территории района города

	<p style="text-align: right; font-size: small;">предприятия 5 класса опасности предприятия 3 класса опасности</p>	
<p style="text-align: center;">Анализ аварий автотранспорта</p>	<p style="text-align: center;">Расположение промыш- ленных предприятий 3–5-го классов опасности</p>	<p style="text-align: center;">Модель затопления при прорыве дамбы водохранилища</p>
<p style="text-align: center;">Строения, наиболее подвер- женные разрушению при зем- летрясении свыше 5 баллов</p>	<p style="text-align: center;">Угрозы террористических актов</p>	<p style="text-align: center;">Электромагнитные угрозы от крупных передающих ра- диотехнических объектов</p>
<p style="text-align: center;">Места угрозы появления эпидемий</p>	<p style="text-align: center;">Потенциально опасные территории возможного экологического бедствия</p>	<p style="text-align: center;">Территории, наиболее под- верженные угрозе возникно- вения природных аномалий</p>

Результаты исследований были внедрены в работу отдела управления связи, спецтехники и автоматизации ГУВД НСО. Получен акт о внедрении технологии, утвержденный начальником отдела А. В. Дюбановым.

**КАТАЛОГ КООРДИНАТ ДЛЯ РЕГИСТРАЦИИ
ЛИСТОВ ТОПОГРАФИЧЕСКОГО ПЛАНА**

Таблица П.2.1

Номер блока	Номер растра	X	Y
1	462	11 950	19 950
	499, 582, 619, 702, 463, 498, 583, 618, 703, 464, 497, 584, 617, 704		
2	739	13 200	19 950
	822, 859, 942, 979, 738, 823, 858, 943, 978, 737, 824, 857, 944, 977		
3	1 062	14 450	19 950
	1 099, 1 182, 1 219, 1 063, 1 098, 1 183, 1 218, 1 064, 1 097, 1 184, 1 217, 1 304		
4	465	11 950	19 200
	496, 585, 616, 705, 466, 495, 586, 615, 706, 467, 494, 587, 614, 707		
5	736	13 200	19 200
	825, 856, 945, 976, 735, 826, 855, 946, 975, 734, 827, 854, 947, 974		
6	1 065	14 450	19 200
	1 096, 1 185, 1 216, 1 305, 1 066, 1 095, 1 186, 1 215, 1 306, 1 067, 1 094, 1 187, 1 214, 1 307		
7	468	11 950	18 450
	493, 588, 613, 708, 469, 492, 589, 612, 709, 470, 491, 590, 611, 710		
8	733	13 200	18 450
	828, 853, 948, 973, 732, 829, 852, 949, 972, 731, 830, 851, 950, 971		
9	1 068	14 450	18 450
	1 093, 1 188, 1 213, 1 308, 1 069, 1 092, 1 189, 1 212, 1 070, 1 091, 1 190		

**КЛАССИФИКАТОР ТОПОГРАФИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ
ДЛЯ СОЗДАНИЯ ЦИФРОВОЙ МОДЕЛИ МЕСТНОСТИ**

Таблица П.3.1

№ п/п	Объект	Структура таблицы		Возможные значения
		поля	переменные	
1	Гидрография	id	Целое	1, 2, 3 ... N
		Тип	Символьное (30)	Канал, озеро, река, ручей
		Глубина	Вещественное	Любое вещественное число
2	Граница	id	Целое	1, 2, 3 ... N
		Функциональность	Символьное (50)	Политико-административная (субъекта Федерации), административная (муниципальных образований и районов), хозяйственная (промышленных и сельскохозяйственных предприятий), охранной природной территории
		Особенности	Символьное (50)	Закрепленная на местности, незакрепленная на местности
		Назначение	Символьное (50)	Граница Новосибирской области
3	ЖД станции	id	Целое	1, 2, 3 ... N
		Наименование	Символьное	Станция Луговая и т. п.
4	Железные дороги	id	Целое	1, 2, 3 ... N
		Особенности	Символьное (30)	Однопутная Многопутная
5	Здания	id	Целое	1, 2, 3 ... N
		Функциональность	Символьное (30)	Жилое, нежилое, производственное, административное, общественное, торговое

№ п/п	Объект	Структура таблицы		Возможные значения
		поля	переменные	
		Особенности	Символьное (30)	Кирпичное Деревянное Металлическое
		Адресные ориентиры		
		Субъект Федерации	Символьное (20)	Новосибирская об- ласть
		Муниципальное образование	Символьное (20)	Город Новосибирск
		Район	Символьное (20)	Ленинский
		Улица/переулок	Символьное (20)	Ул. Плахотного
		Корпус/строение	Целое	
		Дом	Символьное (20)	10
		Кадастровые характеристики		
		Кадастровый номер	Символьное (50)	
		Условный номер	Символьное (50)	
		Статус	Символьное (50)	
		Тип	Символьное (50)	
		Назначение	Символьное (50)	
		Площадь застройки	Вещественное	
		Физический износ	Вещественное	
		Моральный износ	Вещественное	
		Общая площадь	Вещественное	
		Полезная площадь	Вещественное	
		Стоимость нормативная	Вещественное	
		Стоимость на дату оценки	Вещественное	
		Полезная площадь	Вещественное	
		Технико-экономические показатели		
		Этажность надземная	Целое	
		Этажность подземная	Целое	
		Строительный объем	Вещественное	
		Количество зданий	Целое	
		Общая площадь квартир	Вещественное	
		Площадь здания	Вещественное	
		Количество квартир по типам	Целое	

Продолжение табл. П.3.1

№ п/п	Объект	Структура таблицы		Возможные значения
		поля	переменные	
6	Квартал	Id	Целое	1, 2, 3 ... N
		Функциональ- ность	Символьное (30)	Квартал города, посел- ка городского типа, по- селка сельского типа
		Особенности	Символьное (30)	С преобладанием огне- стойких строений, с преобладанием неогне- стойких строений
7	Инженерные коммуникации	id	Целое	1, 2, 3 ... N
		Тип	Целое	1 – канализация
				3 – трубопровод
				4 – водозабор
				5 – водосброс
		Функциональ- ность	Целое	101 – ливневая
				102 – бытовая
				103 – производственная
				104 – дренажная
105 – условно чистых вод				
106 – химически за- грязненных вод				
Диаметр	Вещественное	301 – трубопровод вы- сокого давления		
		302 – трубопровод среднего давления		
		303 – трубопровод низкого давления		
Количество труб				
8	Линии электро- передачи	id	Целое	1, 2, 3 ... N
		Тип	Символьное (30)	Высокого напряжения, низкого напряжения, линии связи, линии технических средств управления
		Напряжение	Целое	Например, 550, 110, 35, 6 и т. д.
		Количество про- водов	Вещественное	Например, 6,3 и т. д.

Продолжение табл. П.3.1

№ п/п	Объект	Структура таблицы		Возможные значения
		поля	переменные	
9	Растительность	Id	Целое	1, 2, 3 ... N
		Тип	Символьное (30)	Кустарник
				Лес
Сад				
Парки и скверы				
	Наименование	Символьное (50)	Например: Парк культуры и отдыха им. Кирова	
10	Площадка	id	Целое	1, 2, 3 ... N
		Функциональность	Символьное (30)	Посадочная
				Погрузочно-разгрузочная
				Промышленная
				Строительная
				Для хранения
Спортивная				
11	Сооружение	id	Целое	1, 2, 3 ... N
		Функциональность	Символьное (30)	Эстакада
				Башня
				Фонтан
Монумент				
Памятник				
	Наименование	Символьное (50)	Например, Вечный огонь	
12	Улица	id	Целое	1, 2, 3 ... N
		Функциональность	Символьное (30)	Проезжая
				Непроезжая
				Часть улицы
		Особенность	Символьное (30)	Асфальтное покрытие
				Гравийное покрытие
				Грунтовое покрытие
Наименование	Символьное (50)	Например, ул. Плеханова		
Дополнительная информация	Вещественное	Ширина		
		Длина		
		Символьное (50)	Количество полос движения	

№ п/п	Объект	Структура таблицы		Возможные значения
		поля	переменные	
13	Земельный участок	Местоположение	Символьное (50)	
		Правообладатель	Символьное (50)	
		Каталог геоданных	Вещественное	
		Площадь	Вещественное	
		Перечень объектов недвижимости	Символьное (50)	
		Смежные землепользователи	Символьное (50)	
		Кадастровый номер	Символьное (50)	
		Категория земель	Символьное (50)	
		Разрешенное использование	Символьное (50)	
		Фактическое использование	Символьное (50)	
		Нормативная цена земли	Вещественное	
		Ставка земельного налога	Вещественное	
		Базовая ставка арендной платы	Вещественное	
		Владелец	Символьное (50)	
		Адрес	Символьное (50)	
		Форма собственности	Символьное (50)	
		Общая занимаемая площадь	Вещественное	
		Стоимость на дату оценки	Вещественное	
		Документ	Символьное (50)	
		Серия	Целое	
		Выдан	Символьное (50)	
		Телефон	Целое	
		Факс	Целое	
Доля	Вещественное			
Полезная занимаемая площадь	Вещественное			
Физический износ	Вещественное			
Банковские реквизиты	Целое			

№ п/п	Объект	Структура таблицы		Возможные значения
		поля	переменные	
14	Остановка городского автотранспорта	1, 2, 3 ... N	1, 2, 3 ... N	1, 2, 3 ... N
		Наименование	Вещественное	Наименование
		Номера маршрутов	Вещественное	Номера маршрутов
		Примечание	Вещественное	Примечание
15	Рельеф	1, 2, 3 ... N	1, 2, 3 ... N	1, 2, 3 ... N
		id	Целое	
		Тип	Символьное (30)	Элементы орографии
				Горизонтالي
		Функциональность	Символьное (30)	Основные, утолщенные, дополнительные
	Отметка	Вещественное		

**ОТЧЕТНАЯ ФОРМА
ДЛЯ ОФОРМЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОННОГО ВАРИАНТА
ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ № 1**

Фамилия, имя, отчество обучающегося		Номер группы	Номер варианта
Цель работы:			
Копии экрана с меню регистрации растра г. Новосибирск			
Меню регистрации (рис. 1)		Результат регистрации (рис. 2)	
Результат экспорта карты с растрами Кировского и Ленинского районов (рис. 3, 4)			
Результат экспорта карты с санитарно-защитной зоной (границы района, границы города, растр СЗЗ) (рис. 5)		Цифровая модель санитарно-защитной зоны (указать площадь и периметр СЗЗ) (рис. 6)	
Результат экспорта карты с растровым массивом (рис. 7)			
Результат экспорта карты с оцифрованными объектами (+масштабная линейка, номера зданий, наименование улиц) (рис. 8)			
Условные обозначения (рис. 9)		Статистика цифровых объектов (шт.)	
		Здания	
		Улицы	
		Инженерные коммуникации	
		Растительность	
		Кварталы	
		Отметки рельефа	
		Сооружения	
Результат экспорта карты с детально оцифрованным кварталом (+масштабная линейка, условные обозначения) (рис. 10)			
		Условные обозначения (рис. 11)	
Пример заполнения таблицы данных слоя <i>Здания</i> (номер по порядку, колонки: номер, улица – фамилия обучающегося, функциональность, особенность, кадастровый номер) (рис. 12)			
Пример заполнения таблицы данных слоя <i>Земельные участки</i> (кадастровый номер, площадь, фактическое использование, категория земель, землепользователь – фамилия обучающегося) (рис. 13)			
Проверка топологической корректности полигонов на примере слоя <i>Здания</i>			
Найденные ошибки (рис. 14)		Исправленные ошибки (рис. 15)	
Выводы по работе:			
Примеры использования цифровой модели территории			
1, 2, 3			

**ОТЧЕТНАЯ ФОРМА
ДЛЯ ОФОРМЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОННОГО ВАРИАНТА
ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ № 2**

Фамилия, имя, отчество обучающегося		Номер группы	Номер варианта
Цель работы:			
Исходные данные			
Копия окна карты с оцифрованными отметками рельефа (необходимо отобразить подписи отметок на карте) (рис. 1)			
Количество отметок рельефа	Максимальная отметка	Минимальная отметка	
Интерполяционная модель рельефа (рис. 2)		Объемная модель рельефа (рис. 3)	
Цифровая модель рельефа с горизонталями (горизонтали отобразить с подписями) (рис. 4)			
Выводы по работе:			
Всего горизонталей	Шаг горизонталей	Максимальное значение	Минимальное значение
Приведите примеры, для каких целей может быть использована цифровая модель рельефа			
1			
2			
3			
4			

**ОТЧЕТНАЯ ФОРМА
ДЛЯ ОФОРМЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОННОГО ВАРИАНТА
ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ № 3**

Фамилия, имя, отчество обучающегося		Номер группы	Номер варианта
Цель работы:			
Исходные данные			
Копия окна карты с оцифрованными зданиями, кварталами, улицами (необходимо отобразить подписи номеров домов и наименование улиц на карте, масштабную линейку) (рис. 1)			
Условные обозначения (рис. 2)	Количество зданий		
	Площадь всех зданий, м ²		
	Площадь кварталов, м ²		
	Плотность застройки, %		
	Площадь проездов, м ²		
	Плотность улично-дорожной сети, %		
Копия окна тематической карты по типам зданий (здания дать разными цветами в зависимости от типа: жилое, нежилое, общественное, административное, торговое, производственное). Карту сформировать в виде отчета на основе карты рис. 1 (название карты, условные обозначения, масштаб, исполнитель) (рис. 2)			
Копия окна тематической карты по этажности застройки. Карту сформировать в виде отчета на основе карты рис. 1 (название карты, условные обозначения, масштаб, исполнитель) (рис. 3)			
Графическая визуализация выборки зданий с высотой этажей больше 5 (рис. 4)		Графическая визуализация выборки зданий с высотой этажей меньше или равное № варианта (рис. 6)	
Тематическая карта по виду разрешенного использования (рис. 7)			
Тематическая карта по виду фактического использования (рис. 8)			
Выводы по работе			
Основные свойства рабочего набора в ГИС MapInfo			
Направления использования тематических карт			
1			
2			
3			

Учебное издание

Дубровский Алексей Викторович

ЗЕМЕЛЬНО-ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В КАДАСТРЕ

Редактирование и компьютерная
верстка *Е. М. Федяевой*

Изд. лиц. ЛР № 020461 от 04.03.1997.

Подписано в печать 01.02.2019. Формат 60 × 84 1/16.

Усл. печ. л. 8,1. Тираж 90 экз. Заказ 13.

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, 108, Плахотного, 8.