

Учреждение образования «Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина»  
Кафедра городского и регионального развития

А.Н. Маевская

# ГИС-ТЕХНОЛОГИИ В СИТИ-МЕНЕДЖМЕНТЕ

*Электронный учебно-методический комплекс*



2026



Главная

Содержание



Лекции

Лабораторные  
занятия

Назад

1

Закреть

УДК 711.4:004.925

**Составитель:**

**А.Н. Маевская** – кандидат геолого-минералогических наук, доцент кафедры городского и регионального развития учреждения образования «Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина»

**Рецензенты:**

**Кафедра прикладной математики и информатики** учреждения образования «Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина»;

**Н.Н. Шешко** – кандидат технических наук, доцент, начальник научно-исследовательской части учреждения образования «Брестский государственный технический университет».

Учебно-методический комплекс составлен по дисциплине «ГИС-технологии в сити-менеджменте» и включает в себя содержание учебного материала, курс лекций, практические занятия, тесты, вопросы к экзамену, список литературы, гиперссылки на интернет-источники и внутренние гиперссылки.

Адресуется студентам I курса, обучающихся по специальности 6-05-0532-08 «Урбанонология и сити-менеджмент».



*Главная*

*Содержание*



*Лекции*

*Лабораторные  
занятия*

*Назад*

**2**

*Закреть*

# СОДЕРЖАНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ</b>	<b>4</b>
<b>1. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА</b>	<b>6</b>
<b>2. ЛЕКЦИИ</b>	<b>13</b>
<b>3. ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ</b>	<b>218</b>
<b>4. ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ</b>	<b>236</b>
<b>ЛИТЕРАТУРА</b>	<b>240</b>
<b>ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ</b>	<b>241</b>



*Главная*

*Содержание*



*Лекции*

*Лабораторные  
занятия*

*Назад*

**3**

*Закреть*

## ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время урбанизированные территории переживают этап интенсивной цифровизации всех ключевых процессов, определяющих их функционирование. Это касается сферы услуг, транспортной инфраструктуры, систем экологического мониторинга, управления ресурсами и многих других аспектов городской жизни. Город выступает одним из главных потребителей инновационных технологий и решений в области градостроительства, технологий и управления, необходимых для решения острых проблем мегаполисов.

В этом контексте особенно актуальной становится задача подготовки высококвалифицированных специалистов-урбанологов. Такие эксперты должны обладать не только фундаментальными знаниями в области урбанистики, но и практическими умениями и навыками, позволяющими эффективно использовать предоставляемые геоинформационные возможности. Географические информационные системы (ГИС) открывают широкие перспективы для анализа пространственных данных, моделирования сценариев развития и принятия обоснованных решений. Урбанонологи, владеющие этими инструментами, способны интегрировать разнородные данные в единую аналитическую среду. Более того, они должны уметь разрабатывать и создавать собственные ГИС-проекты, адаптированные под конкретные задачи устойчивого городского развития.

Подготовка подобных специалистов требует комплексного подхода, сочетающего теоретическую базу с практическим опытом работы в ГИС-среде. Это позволит не только решать текущие вызовы урбанизации, но и формировать стратегии будущего для создания комфортных, экологичных и интеллектуальных городов.

*Целью* дисциплины является формирование у студентов системы знаний о технологиях сбора, умений обработки, хранения, преобразования и анализа пространственно-распределенных данных.



[Главная](#)

[Содержание](#)



[Лекции](#)

[Лабораторные занятия](#)

[Назад](#)

4

[Закреть](#)

*Задачи дисциплины:* формирование системы знаний о современной концепции ГИС; освоение базового понятийно-терминологического аппарата, методологии и методики по формам представления и обработке геоданных в вычислительной среде; освоение структуры ГИС; систематизация знаний об основных современных программных средствах ГИС; приобретение умений применения технологий географических информационных систем в градостроительной деятельности для целей градостроительного анализа; воспитание интереса к применению технологий географических информационных систем в профессиональной деятельности.

Электронный учебно-методический комплекс создан в соответствии с образовательным стандартом высшего образования по специальности 6-05-0532-08 Урбаноология и сити-менеджмент, действующими учебным планом по специальности 6-05-0532-08 Урбаноология и сити-менеджмент и учебной программой дисциплины «Урбаноология и сити-менеджмент».

Комплекс включает в себя теоретический раздел (представлен курсом лекций), практический раздел (содержит методические указания к лабораторным занятиям), раздел контроля знаний (вопросы к экзамену), вспомогательный раздел (включает содержание учебного материала, список литературы и интернет-ресурсы).

Целью электронного учебно-методического комплекса (ЭУМК) является формирование у будущих специалистов-урбанистов навыков геоаналитики для решения задач городского развития, в том числе разработки проектов оценки градостроительного потенциала территорий и мастер-планов городов.

Цель использования ЭУМК «ГИС-технологии в сити-менеджменте» в учебном процессе – повысить эффективность процесса обучения.



[Главная](#)

[Содержание](#)



[Лекции](#)

[Лабораторные занятия](#)

[Назад](#)

5

[Закреть](#)

# 1. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

**Раздел 1. История ГИС. ГИС в градостроительной деятельности.** Возникновение термина ГИС. Подходы к определению ГИС. Эволюция ГИС. Понятие о геоаналитике, градостроительной деятельности, градостроительном анализе и градостроительном потенциале. Цель геоаналитики. Порядок действий геоаналитического исследователя. Направления применения геоаналитики. ГИС в градостроительном анализе. Понятие о территориальной информационной системе. ГИС в территориальном планировании. Преимущества использования ГИС в территориальном планировании. Основные сферы градостроительства, в которых можно применить стандартные инструменты QGIS.

**Раздел 2. Введение в ГИС.** Компоненты ГИС (аппаратное и программное обеспечение, данные, ГИС-аналитик, регламент, пользователи). Функции ГИС. Системы координат в ГИС. Типы картографических проекций. Классификация ГИС. Настольные ГИС. Веб-ГИС. Мобильные ГИС. История создания программного комплекса QGIS. Интерфейс QGIS.

**Раздел 3. Основы ГИС.** Пространственные данные. Моделирование пространственных данных. Уровни моделирования пространственных данных. Виды концептуальных моделей. Особенности концептуальных моделей. Растровые и векторные модели данных, их особенности. Форматы хранения геометрических объектов. База пространственных данных. Виды моделей баз пространственных данных. Атрибуты векторных объектов. Источники данных ГИС.

**Раздел 4. Введение в геоинформационный и пространственный анализ.** Геоинформационный анализ. Пространственный анализ. Геоинформация. Основы пространственного анализа (сбор данных, анализ данных, представление данных).



*Главная*

*Содержание*



*Лекции*

*Лабораторные  
занятия*

*Назад*

6

*Закреть*

Пространственные отношения. Инструменты пространственного анализа. Направления использования пространственного анализа в градостроительстве: оценка доступности и обеспеченности объектов, социально-экономический и культурно-исторический анализ, изучение архитектурно-градостроительной ситуации, анализ визуальных связей и видовых раскрытий, анализ окружающей застройки, оценка транспортной доступности и логистики.

**Раздел 5. Геоинформационный анализ для решения градостроительных задач.** Понятие о геоинформации. Подготовка табличных данных к анализу. Создание баз данных в QGIS: ввод; обновление; редактирование данных; генерация производной информации на основе выполненного пространственного анализа, моделирования, пространственных и атрибутивных запросов. Поддерживаемые форматы таблиц. Методы создания пространственных объектов из непространственных табличных данных: добавление данных по координатам, геокодирование. Картометрические функции в QGIS: расчет площадей, длин, периметров, объемов, углов наклона и т.п. Создание моделей поверхностей в QGIS: интерполяция поверхности и построение изолиний; вычисление углов наклона, экспозиции склона, освещенности, зон видимости, направления течения воды и другие виды анализа. Цифровое картографирование местности. Цифровая модель рельефа. Буферизация. Понятие об оверлейных операциях. Сетевой анализ. Агрегирование данных. Зонирование.

**Раздел 6. Визуализация результатов градостроительного анализа.** Принципы визуализации данных. Визуальные характеристики: расположение, размер, форма, яркость цвета, цвет, ориентация символа, текстура. Способы визуализации пространственных данных. Карты-символы: карты пропорциональных символов и карты плотности точек. Картограммы: фоновая картограмма, дазиметрическая карта, двухкомпонентные фоновые картограммы, анаморфная карта, несмежная картограмма, графическая картограмма, сеточная картограмма, карты значений



[Главная](#)

[Содержание](#)



[Лекции](#)

[Лабораторные занятия](#)

[Назад](#)

7

[Закреть](#)

с альфа-каналом, плиточная карта. Карты потоков. Карты изолиний. Картодиаграммы. Стили слоев QGIS. Карты-подложки. Настройка макета и вывод изображений.

**Раздел 7. Связь ГИС с инновационными технологиями.** ГИС и большие данные: прогнозная аналитика, разработка политики экстренного реагирования, бизнес-аналитика, моделирование и анализ климата. ГИС и машинное обучение: контролируемое и неконтролируемое обучение. ГИС и искусственный интеллект. ГИС и Интернет вещей. ГИС и агентно-ориентированное моделирование. ГИС и виртуальная реальность. ГИС и дополненная реальность. ГИС для навигации.



*Главная*

*Содержание*



*Лекции*

*Лабораторные  
занятия*

*Назад*

**8**

*Закреть*

## Тематический план

№	Название раздела	Количество аудиторных часов		
		Лекции	Лабораторные занятия	Управляемая самостоятельная работа
1	История ГИС. ГИС в градостроительной деятельности	4	0	
2	Введение в ГИС	4	0	
3	Основы ГИС	4	0	
4	Введение в геоинформационный и пространственный анализ	2	0	
5	Геоинформационный анализ для решения градостроительных задач	10	30	
6	Визуализация результатов градостроительного анализа	6	0	
7	Связь ГИС с инновационными технологиями	2	0	
	<b>ИТОГО</b>	<b>32</b>	<b>30</b>	



*Главная*

*Содержание*



*Лекции*

*Лабораторные занятия*

*Назад*

9

*Закреть*

## 2. ЛЕКЦИИ

1. История ГИС. ГИС в градостроительной деятельности.
2. Введение в ГИС.
3. Основы ГИС.
4. Введение в геоинформационный и пространственный анализ.
5. Геоинформационный анализ для решения градостроительных задач.
6. Визуализация результатов градостроительного анализа.
7. Связь ГИС с инновационными технологиями.



*Главная*

*Содержание*



*Лекции*

*Лабораторные  
занятия*

*Назад*

**10**

*Закреть*

# ТЕМА 1. ИСТОРИЯ ГИС. ГИС В ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

## 1. История ГИС.

## 2. Геоаналитика для решения задач градостроительного анализа.

## 3. ГИС для решения задач градостроительного анализа.

### 1. История ГИС.

Впервые термин *«географическая информационная система»* появился в англоязычной литературе и использовался в двух вариантах – как geographic information system и как geographical information system. Очень скоро он также получил сокращенное наименование (аббревиатуру) GIS. Чуть позже этот термин проник в российский научный лексикон, где существует в двух равнозначных формах: исходной полной – в виде *«географической информационной системы»* и редуцированной – в виде *«геоинформационной системы»*. Кратко ГИС определялись как информационные системы, обеспечивающие сбор, хранение, обработку, отображение и распространение данных, а также получение на их основе новой информации и знаний о пространственно-координированных явлениях.

В настоящее время существует множество подходов к определению ГИС. Из всего многообразия можно выделить несколько основных:

ГИС – это информационная система (или особый случай информационной системы), т.е. структурированный набор данных, имеющих пространственную привязку.

ГИС – это набор программных инструментов для обработки (сбора, хранения, поиска, анализа, манипулирования, визуализации пространственных данных).

Первое определение показывает суть ГИС, во втором ГИС рассматривается как платформа.



Главная

Содержание



Лекции

Лабораторные  
занятия

Назад

11

Закреть

ГИС – это информационная система, оперирующая пространственными данными.

ГИС – это не информационные технологии в географии, или картографии, а информационные технологии обработки географически организованной информации. Т.е. цифровая карта – это не ГИС, а лишь средство для организации данных в ГИС.

Наиболее полное определение ГИС дано А.В. Кошкаревым, согласно которому ГИС рассматривается как аппаратно-программный человеко-машинный комплекс, обеспечивающий сбор, обработку, отображение и распространение пространственно-координатных данных, интеграцию данных, информации и знаний о территории для задач, связанных с инвентаризацией, анализом, моделированием, прогнозированием и управлением.

Создание ГИС должно осуществляться по законам создания автоматизированных информационных систем:

- изучение и определение объекта автоматизации;
- определение перечня задач автоматизации;
- выбор ГИС-платформы;
- проектирование системы;
- реализация системы;
- эксплуатация системы.

При этом важно правильно определить и оценить потребителей информации ГИС, источники поступления информации и финансирования для эксплуатации и поддержания актуальности системы.

Эволюция ГИС прошла несколько этапов. Ниже рассматриваются основные из них.



[Главная](#)

[Содержание](#)



[Лекции](#)

[Лабораторные занятия](#)

[Назад](#)

12

[Закреть](#)

*1854 г. – Ранний пространственный анализ.* В Лондоне врач Джон Сноу (рис. 1) составил карту случаев заболевания холерой (рис. 2), чтобы проследить происхождение заболевания от одного источника воды.

В эссе «О способах передачи холеры» 1855 г. он использовал созданную карту, чтобы проиллюстрировать свою пространственную гипотезу: адреса, где сообщались смертельные случаи, находились поблизости от колонки на Брод-стрит, которая была источником заражения. Это был хорошо продуманный географический аргумент – карта наглядно показала, как холера переносится через воду.

*1960 г. – Появление географической информатики.* В 1960-х гг. с появлением компьютеров и концепции количественной географии началось зарождение географической информатики. Изначально ГИС родилась в научном сообществе. Позже Национальный центр географической информации и анализа, возглавляемый Майклом Гудчайлдом, формализовал исследования по ключевым темам географической информатики, таким как пространственный анализ и визуализация. Эти усилия способствовали количественной революции в мире географической науки и заложили основу для ГИС.

*1963 г. – Появление первых ГИС.* Новаторская работа Роджера Томлинсона (рис. 3) по созданию географической информационной системы Канады привела к появлению первой компьютеризированной ГИС в мире.

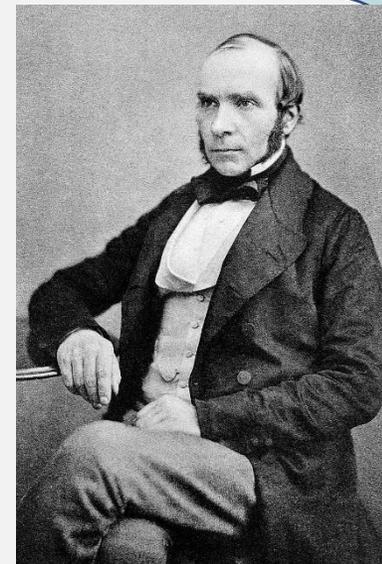


Рис. 1 – [Джон Сноу](#)

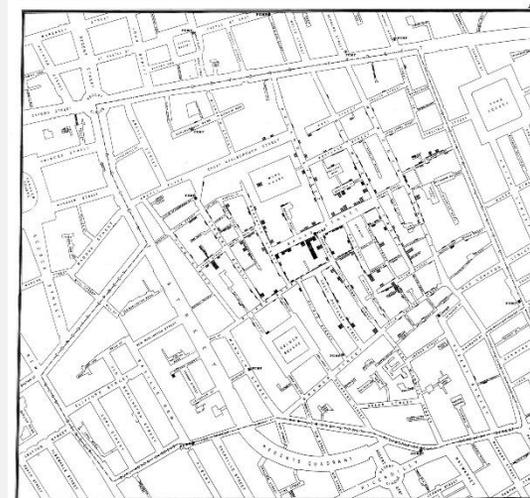


Рис. 2 – [Карта Джона Сноу](#)



[Главная](#)

[Содержание](#)



[Лекции](#)

[Лабораторные занятия](#)

[Назад](#)

13

[Закреть](#)

Правительство Канады поручило Томлинсону создать систему по учету природных ресурсов страны. Он предполагал использовать компьютеры для объединения данных о природных ресурсах из всех провинций. Под руководством Томлинсона была создана автоматизированная вычислительная система для хранения и обработки больших объемов данных, что позволило Канаде начать свою национальную программу управления землепользованием. Эта система получила имя «Канадская ГИС». Она реализовывалась на ЭВМ стоимостью 2 млн.\$ и памятью 256 килобайт.

Назначение ГИС Канады состояло в анализе многочисленных данных, накопленных Канадской службой земельного учета и в получении статистических данных о земле, которые бы использовались при разработке планов землеустройства огромных площадей преимущественно сельскохозяйственного назначения. Для этих целей требовалось создать классификацию использования земель, используя данные по сельскохозяйственной, рекреационной, экологической, лесохозяйственной пригодности земель, отразить сложившуюся структуру использования земель, включая землепользователей и землевладельцев.

Что же принципиально нового внесли создатели ГИС Канады?

1. Использование сканирования для автоматизации процесса ввода геоданных.
2. Расчленение картографической информации на тематические слои и разработка концептуального решения о «таблицах атрибутивных данных».



Рис. 3 – [Роджер Томлинсон](#)

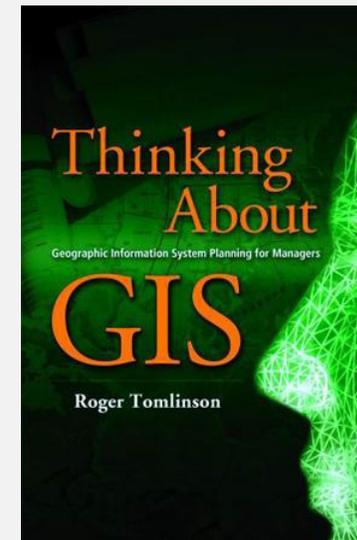


Рис 4. – [Книга «Думая о ГИС»](#)



[Главная](#)

[Содержание](#)



[Лекции](#)

[Лабораторные занятия](#)

[Назад](#)

14

[Закреть](#)

3. Функции и алгоритмы оверлейных операций с полигонами, подсчет площадей и других картометрических показателей.

В это же время, наряду с Канадой, одним из пионеров в области геоинформатики стала Швеция, создав Шведский национальный земельный банк.

Работы шведской школы геоинформатики концентрировались вокруг ГИС земельно-учетной специализации, в частности Шведского земельного банка данных, предназначенного для автоматизации учета земельных участков (землевладении) и недвижимости.

В разработке ГИС принимали участие географы университета Лунда (О. Саломонссон, Т. Германсен др.). Эти ГИС существенно отличались от современных узостью задач: пространственный аспект данных в них был ограниченным, они работали, в основном с земельно-учетной документацией.

*1965 г. – Появление Гарвардской лаборатории компьютерной графики и пространственного анализа.* В 1964 г. архитектор Говард Фишер в Северо-Западном университете создал одну из первых картографических программ, известную как SYMAP, а уже в 1965 г. он основал Гарвардскую лабораторию компьютерной графики и пространственного анализа, где были созданы одни из первых программных продуктов для ГИС, такие как ODYSSEY, и исследованы компьютерные картографические приложения.

В лаборатории были разработаны многие из ранних концепций ГИС и ее приложений талантливым коллективом географов, программистами и другими специалистами из разных областей.

В 1999 году Гарвардский центр географического анализа учредил премию Говарда Фишера в области географических информационных систем. Она ежегодно вручается как студентам бакалавриата, так и аспирантам Гарвардского университета.



Главная

Содержание



Лекции

Лабораторные  
занятия

Назад

15

Закреть

1969 г. – Публикация книги *Design with Nature*. Влиятельная книга Яна Макхарга (рис. 5) «Дизайн с природой» пропагандирует целостный подход к ландшафтной архитектуре и городскому планированию, с заботой об окружающей среде. Он представляет метод наложения информации «слоеный пирог», который становится основополагающим для современных наложений карт в ГИС.



Рис. 5 – [Ян Макхарг](#)

*Основание ESRI*. Вдохновленные книгой Яна Макхарга Джек Дэнджермонд – член Гарвардской лаборатории и его жена Лора (рис.6) основали Институт исследования систем окружающей среды (E.S.R.I.). Консалтинговая компания ESRI применяла компьютерное картографирование и пространственный анализ, чтобы помочь ответственным за землеустройство и управляющим земельными ресурсами принимать обоснованные решения. Ранние работы компании продемонстрировали преимущества геоинформационного подхода в решении многих задач. ESRI также вела разработку многих методов ГИС-картографирования и пространственного анализа, которые используются до сих пор. Результаты этих работ вызвали широкий интерес к программным компонентам и рабочим процессам компании, которые теперь являются стандартными для ГИС.



Рис. 6 – [Супруги Дэнджермонд](#)

1972 г. – *Первый спутник Landsat*. Вдохновленные фотографиями, сделанными из космоса во время миссии НАСА Джемни IV, правительство США запустило первый из многих спутников Landsat для наблюдения Земли. Программа предоставляла актуальные спутниковые снимки всего мира, привязанные к географическим точкам. Это стало важным источником данных для ГИС и открыло эру дистанционного зондирования.



[Главная](#)

[Содержание](#)



[Лекции](#)

[Лабораторные занятия](#)

[Назад](#)

16

[Закреть](#)

*1978 г. – Первый спутник GPS.* США запустили свой первый спутник GPS, Navstar I, и в 1994 году обеспечили полное глобальное покрытие GPS. Другие страны начали разработку аналогичных глобальных навигационных спутниковых системы (GNSS).

*1981 г. – Первая конференция пользователей ESRI.* Шестнадцать пользователей принимают участие в первом в истории собрании пользователей технологии ESRI, проходящем в Редленде (штат Калифорния). Участники представляют 11 организаций со всей территории США, таких как Woodward-Clyde Consultants, Инженерный корпус армии США, Pennsylvania Power and Light, Департамент природных ресурсов Кентукки и Департамент планирования округа Риверсайд.

*1999 г. – Первый день ГИС.* Джек Дэнджермонд, доктор Роджер Томлинсон и учащиеся отмечают первый День ГИС в начальной школе Марча в Вашингтоне (округ Колумбия). Дэнджермонд считает Ральфа Нейдера человеком, вдохновившим его на проведение Дня ГИС, который теперь отмечается во всем мире в третью среду ноября во время Недели повышения осведомленности о географии.

*2005 г. – Появление Google Maps.* С появлением картографических приложений, таких как Google Maps и Google Earth, теперь каждый может взаимодействовать с ГИС-технологиями и извлекать из них пользу, они начинают внедряться в нашу повседневную жизнь.

*2018 г. – Объединение ГИС с искусственным интеллектом.* Команда специалистов по искусственному интеллекту ESRI начинает активно объединять области ГИС и искусственного интеллекта в рамках пилотного проекта, создавая дисциплину, известную как GeoAI.

*В настоящее время – ГИС повсюду.* ГИС стала более мощной и важной, чем когда-либо. Каждый день люди создают миллионы карт, используя ГИС.



[Главная](#)

[Содержание](#)



[Лекции](#)

[Лабораторные занятия](#)

[Назад](#)

17

[Закреть](#)

## 2. Геоаналитика для решения задач градостроительного анализа.

*Геоаналитика* представляет собой прикладной инструмент практической области деятельности, в частности, градостроительной деятельности.

*Градостроительная деятельность* – деятельность по развитию территорий, в том числе городов и иных поселений, осуществляемая в виде территориального планирования, градостроительного зонирования, планировки территории, архитектурно-строительного проектирования, строительства, капитального ремонта, реконструкции, сноса объектов капитального строительства, эксплуатации зданий, сооружений, благоустройства территорий.

*Градостроительный анализ* – комплекс исследований, направленных на определение установленных ограничений градостроительной деятельности. Анализ проводится с целью выявления наиболее благоприятных территорий с точки зрения безопасности и удобства жизнедеятельности города, экономики строительства и эстетических качеств городской среды. Анализ позволяет выделить особенности рассматриваемой территории, которые будут определять направление ее устойчивого развития.

Градостроительный анализ = процесс

Результат градостроительного анализа – определение градостроительного потенциала

*Градостроительный потенциал* – результат комплексной оценки территории, которая получена в рамках градостроительного анализа, который позволяет оценить ее возможности для развития, влияющие на возможность и эффективность строительных проектов.

Геоаналитика – способ найти градостроительный потенциал и его обосновать



[Главная](#)

[Содержание](#)



[Лекции](#)

[Лабораторные занятия](#)

[Назад](#)

18

[Закреть](#)

*Геоаналитика* – процесс анализа пространственных географических данных, который позволяет:

- визуализировать ситуацию;
- выявлять закономерности и зависимости;
- прогнозировать развитие событий на основе пространственных данных.

*Порядок действий геоаналитического исследователя:*

1. постановка цели и задач;
2. определение объектов;
3. определение порядка проведения исследования (data driven-подход);
4. определение инструментов;
5. определение путей верификации данных.

*Цель геоаналитики* – максимальный социально-экономический эффект территориального планирования при минимальных экономических затратах с учетом требований экологической безопасности и охраны природы.



Рис. 7 – Стадии психологической готовности к применению геоаналитики

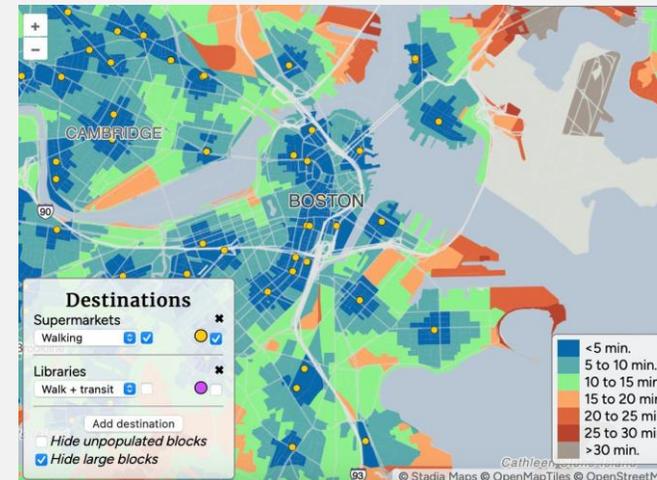


Рис. 8 – Карта транспортной доступности Бостона



Главная

Содержание



Лекции

Лабораторные занятия

Назад

19

Закреть

*Направления применения геоаналитики (рис. 8 – 10):*

- развитие транспортной и пешеходной инфраструктуры;
- использование земельных ресурсов для размещения жилых и нежилых объектов;
- развитие экологического каркаса и природно-ресурсного потенциала;
- благоустройство территории и организация общественных пространств;
- развитие социальной инфраструктуры;
- развитие систем коммунальной инфраструктуры;
- обеспечение безопасности и благоприятных условий жизнедеятельности человека;
- размещение новых и развитие существующих мест приложения труда;
- поддержка малого и среднего предпринимательства;
- развитие туристического потенциала и туристической инфраструктуры;
- внедрение цифровых технологий;
- развитие инновационной деятельности;
- развитие культурной сферы и историко-культурного потенциала территории.



Рис. 9 – Ситуация с транспортной доступностью на основе карты изохрон (Источник – материалы курсов НИУ МГСУ «Геоаналитика для решения задач градостроительного анализа»)

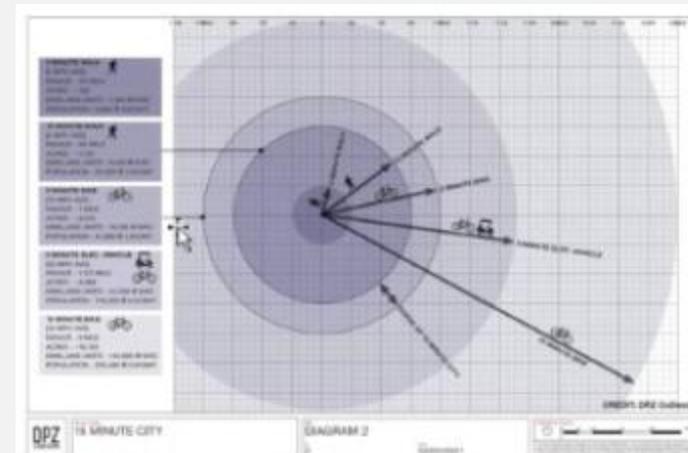


Рис. 10 – Оптимальная ситуация с транспортной доступностью в теории градостроительства



*Главная*

*Содержание*



*Лекции*

*Лабораторные занятия*

*Назад*

**20**

*Закреть*

Таблица 1 – Градостроительный подход, используемый на кафедре градостроительства НИУ МГСУ

***Целеполагание:***

- цель и задачи исследования;
- задание на проектирование
- исходные данные;
- факторы, параметры и критерии исследования;
- формирование структуры базы данных;
- порядок исследования;
- верификация данных;
- графическое изображение результатов.

***Портрет пользователя:***

- демографические параметры;
- социальный статус;
- поведенческие аспекты;
- потребности групп пользователей;
- социально-экономические параметры;
- целевые показатели деятельности;
- иное.

***Внешние условия:***

- градостроительные ограничения;
- обслуживание пассажирским транспортом и точки доступа с улично-дорожной сетью;
- подключение к инженерным сетям;
- взаимодействие с городскими каркасами;
- объекты культурного наследия;
- местоположение в структуре города;
- иное.

***Внутренние условия:***

- технико-экономические показатели территории;
- градостроительный потенциал территории.



[Главная](#)

[Содержание](#)



[Лекции](#)

[Лабораторные занятия](#)

[Назад](#)

21

[Закреть](#)

### 3. ГИС для решения задач градостроительного анализа.

Градостроительный анализ реализуется на каждом уровне градостроительной деятельности (таблица 2).

Таблица 2 – Уровни градостроительной деятельности

Уровни градостроительной деятельности	Пример градостроительного анализа	Результат
Территориальное планирование	<ul style="list-style-type: none"><li>- изучение природных условий (геология, гидрология, климат, ландшафты);</li><li>- оценка демографических тенденций и потребностей населения;</li><li>- анализ экономического потенциала территории;</li><li>- выявление ограничений.</li></ul>	Схемы территориального планирования, определяющие зоны развития, инфраструктурные проекты и приоритеты.
Градостроительное зонирование	<ul style="list-style-type: none"><li>- оценка существующей застройки и ее соответствия будущим функциям;</li><li>- анализ социальной инфраструктуры;</li><li>- анализ транспортной инфраструктуры.</li></ul>	Правила землепользования и застройки, устанавливающие правовой режим участков.
Планировка территорий	<ul style="list-style-type: none"><li>- детальная оценка градостроительных возможностей и ограничений участка;</li><li>- анализ транспортной доступности и инженерных сетей;</li><li>- ландшафтный и историко-культурный анализ.</li></ul>	Проект планировки территории.



[Главная](#)

[Содержание](#)



[Лекции](#)

[Лабораторные занятия](#)

[Назад](#)

22

[Закреть](#)

ГИС революционизировали градостроительный анализ, предоставляя мощные инструменты для работы с пространственными данными (сбора анализа, представления).

Наряду с понятием ГИС выделяется понятие *территориальная информационная система (ТИС)* – географическая информационная система, предназначенная для обеспечения процессов выработки оптимальных пространственных решений на основе использования актуальной, достоверной и комплексной геоинформации и методов геоинформационной обработки данных.

ГИС в территориальном планировании – это географические информационные системы, которые позволяют быстро и точно оценивать потенциал территории, планировать изменения по заданным условиям и визуализировать полученные результаты на экране компьютера.

ГИС позволяют приводить к единой картографической основе исходные данные разных организаций, работающих в области архитектуры, кадастра, экономики, статистики, природных ресурсов, инженерной и транспортной инфраструктуры и т.д.

Преимущества использования ГИС в территориальном планировании заключаются в следующем:

- возможность постоянной актуализации цифровых картографических материалов и баз данных;
- научная обоснованность проектных предложений за счет более достоверной информационной базы;
- возможность моделирования и «проигрывания» большого количества сценариев развития территорий, а также их наглядного представления;
- использование материалов проекта для организации градостроительного и экологического мониторингов;
- создание единого городского (территориального) информационного пространства.



Главная

Содержание



Лекции

Лабораторные  
занятия

Назад

23

Закреть

Основные сферы градостроительства, в которых можно применить стандартные инструменты QGIS:

1. Градостроительное планирование и землепользование. В данном случае ГИС-технологии применяются для:

- анализа существующего зонирования: наложения слоев с границами функциональных зон, выявления конфликтов землепользования; сравнения генерального плана с правилами землепользования и застройки;
- поддержки принятия решений по новому зонированию: оценка емкости территории (плотность застройки, этажность); учет ограничений (санитарные зоны, охранные территории, зоны подтопления); анализ транспортной и социальной инфраструктуры (доступность школ, больниц, парков);
- визуализации данных: создание интерактивных карт для согласования с жителями.

Примеры применения ГИС в градостроительном планировании и землепользовании:

- *Создание карт с условиями землепользования.* Примером могут выступать карты функционального зонирования землепользования, распределения площади озеленения территории (рис. 11), карты с границами административных районов и т. п. Инструменты зонирования QGIS позволяют регулировать какие виды использования разрешены на конкретных земельных участках, а также определять принципы проектирования и застройки.

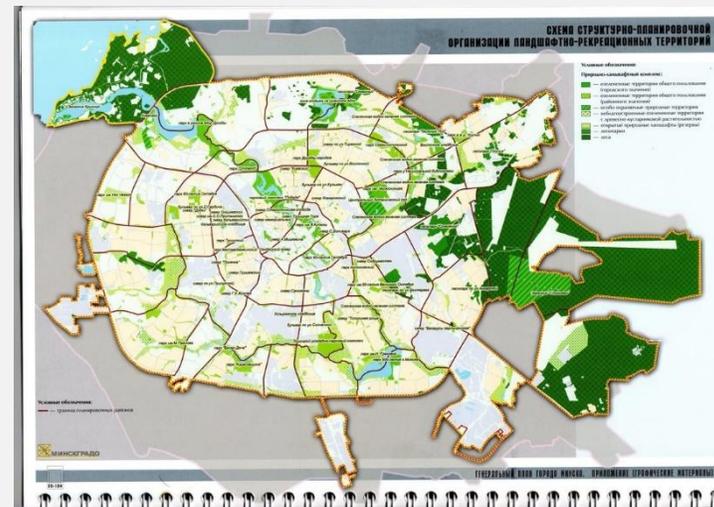


Рис. 11 – [Карта зонирования зеленых зон г. Минска](#)



[Главная](#)

[Содержание](#)



[Лекции](#)

[Лабораторные занятия](#)

[Назад](#)

24

[Закреть](#)

- *Планирование условий и правил землепользования.* Одна из важных задач специалиста градостроителя это выявление желаемой модели или моделей будущего развития для выбранной территории. Программный комплекс QGIS позволяет на основе пространственного анализ моделировать множество моделей использования территории.

- *Анализ условий землепользования.* Определение сценариев землепользования, а также определение возможностей развития предлагаемой территории – задача, решение которой без ГИС-технологий не представляется возможным в современном мире. Важным инструментом в достижении данной цели является пространственный анализ. Ярким примером пространственного анализа является определение буфера ограниченной зоны вокруг всех участков (рис. 12), принадлежащих к определенному типу землепользования. Такой анализ может быть использован, например, для установления полосы отвода для дороги, или установления радиусов доступности.

ГИС в планировке территорий применяются для:

- проведения предпроектных исследований: сбор данных, анализ пригодности территории, расчет емкости территории (максимальная этажность, плотность населения);

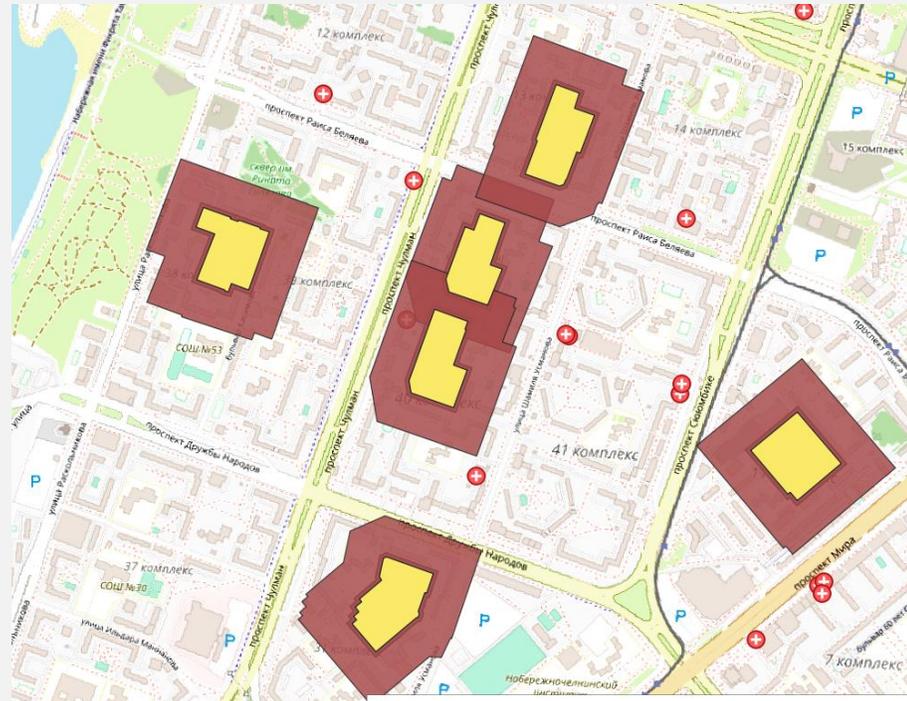


Рис. 12 – [Равномерный буфер вокруг школ](#)



[Главная](#)

[Содержание](#)



[Лекции](#)

[Лабораторные занятия](#)

[Назад](#)

25

[Закреть](#)

- разработки проектных решений: оптимизация планировочной структуры с учетом нормативов;
- согласования и экспертизы: проверка на соответствие решений нормативно-технической документации;
- анализа доступности и охвата объектов и территорий различными видами транспорта;
- сбора данных во время натурного обследования городской среды.

2. Городская инфраструктура и коммунальное хозяйство. Города, как правило, сталкиваются с проблемами инфраструктуры и культурно-бытового обслуживания населения, и для их эффективного решения можно применять ГИС-технологии. Все задачи в данном направлении в основном делятся на следующие категории: мониторинг распределения и состояния объектов городской инфраструктуры; каталогизация, эксплуатация и техническое обслуживание существующей инфраструктуры, такой как сеть водоснабжения, канализация и ливневая канализация, уличное освещение и телекоммуникации; культурно-бытовое обслуживание: выявление пробелов и планирование новой инфраструктуры; анализ плотности распределения объектов в городе; предупреждение негативных явлений в процессе городского управления.

3. Городская транспортная инфраструктура. Технологии ГИС незаменимы для анализа и мониторинга городской транспортной инфраструктуры. Пространственные данные и пространственный анализ являются ключом к эффективному планированию перевозок. Градостроители могут применять ГИС для следующих задач: мобильность: доступность и охват объектов и территорий различными видами транспорта; трафик: анализ горячих точек на дорогах и моделей заторов; классификация и кластеризация элементов УДС; проходимость: определение благоприятных городских пространств для пешеходной доступности на уровне города/района; мониторинг плотности движения транспорта, распределения парковок, остановок общественного



[Главная](#)

[Содержание](#)



[Лекции](#)

[Лабораторные занятия](#)

[Назад](#)

26

[Закреть](#)

транспорта и т.д., поиск кратчайшего пути, построение изохрон; интеллектуальный транспорт: анализ транспортной сети на предмет пригодности интеллектуальных датчиков, определение местоположения станций зарядки электромобилей и т.д.

4. Мониторинг городских процессов и моделирование сценариев. Мониторинг, а также моделирование процессов, происходящих в городах, – важная задача для поддержания жизнеспособности города. Чаще всего ГИС-технологии используются при решении следующих задач: мониторинг и обработка различных процессов, происходящих в городах; сбор данных во время натурного обследования городской среды. В качестве примера мониторинга можно привести пример анализа плотности.

*Дальнейшее развитие градостроительства немыслимо без применения ГИС-технологий:*

- ГИС позволяет хранить весь набор проектной документации, схемы, планы в электронном виде в единой системе координат и системе отображения, а также атрибутивную информацию обо всех объектах;
- ГИС может являться частью единой информационной системы территории (района, города);
- ГИС может обеспечивать граждан прогнозами развития территории, обеспечивать принятие управленческих решений на основе анализа данных, предоставлять доступ ко всему картографическому материалу.



[Главная](#)

[Содержание](#)



[Лекции](#)

[Лабораторные занятия](#)

[Назад](#)

27

[Закреть](#)

## ТЕМА 2. ВВЕДЕНИЕ В ГИС

- [1. Базовые компоненты и функции ГИС.](#)
- [2. Системы координат в ГИС.](#)
- [3. Классификация ГИС.](#)
- [4. Технологии работы с данными ГИС.](#)
- [5. Программный комплекс QGIS.](#)

### 1. Базовые компоненты и функции ГИС.

В структуре ГИС выделяются *территориальный* (позиционный) и *отраслевой* (тематический) блоки, называемые также соответственно *метрическими* и *тематическими* составляющими, или идентификационной и классификационной, позиционной (геометрической или тополого-геометрической) и содержательной (таблично-атрибутивной), которые аналогичны метрическим характеристикам географической основы карт и их специальной или тематической нагрузке.

Любая ГИС включает в себя следующие компоненты:

*Аппаратное обеспечение* – совокупность технических средств (электронных и механических устройств), обеспечивающих нормальное функционирование компьютеров, сетей передачи данных.

Самая простая и недорогая конфигурация ГИС-платформы, которая может быть установлена дома либо в небольшом офисе включает в себя компьютер и лазерный либо струйный принтер (черно-белый).



Главная

Содержание



Лекции

Лабораторные  
занятия

Назад

28

Закреть

Если же ГИС предназначена для создания высококачественных профессиональных цифровых карт, тогда аппаратная платформа может быть представлена следующими компонентами: высокопроизводительный компьютер, мощный сервер, современный дигитайзер, быстродействующие цветные лазерные принтеры и плоттеры.

*Программное обеспечение*, которое содержит функции и инструменты, необходимые для хранения, анализа и визуализации географической (пространственной) информации.

*Данные*, которые могут быть представлены в виде готовых карт с требуемыми тематическими слоями, в виде снимков космической и аэрофотосъемки, таблиц и пр.

*Специалист / человек-аналитик* (рис. 13). Специалист по ГИС, по мнению Консорциума университетов по географической информатике, должен владеть знаниями, умениями и навыками в рамках следующих блоков:

- ✓ концептуальные основы ГИС;
- ✓ организационные и институциональные аспекты;
- ✓ особенности геопространственных данных;
- ✓ аспекты проектирования ГИС;
- ✓ обработка данных;
- ✓ аналитические методы;
- ✓ геовычисления;
- ✓ картография и визуализация;
- ✓ моделирование данных;
- ✓ ГИС и общество.



Рис. 13 – ГИС-аналитик



Главная

Содержание



Лекции

Лабораторные  
занятия

Назад

29

Закреть

*Регламент ГИС*, который определяет правила организации данных, информационной деятельности и технологии работ, а также требует использования ряда стандартов. Стандарты регламентируют определение, хранение, использование и перемещение данных между системами и приложениями. Они обеспечивают оптимальный баланс между совместным и индивидуальным использованием данных посредством определения минимальных требований для обмена ими.

*Пользователи ГИС.* Работа ГИС невозможна без пользователей, имеющих базовую подготовку для изучения земного пространства с помощью геоинформационных приложений.

К *функциям* ГИС относятся:

- ввод данных: процессы сканирования, оцифровки и векторизации;
- управление: структурирование, хранение и обработка данных в системах управления базами данных;
- манипулирование: выделение данных, масштабирование, видоизменение данных;
- запрос и анализ: сортировка, фильтрация, поиск, отбор, наложение и интеграция данных;
- визуализация: представление данных в виде карты, графика, трехмерного изображения, диаграммы, фото, видео.

## **2. Системы координат в ГИС.**

Для точного определения местоположения и формы объектов на земной поверхности необходима система координат. Существует два основных типа координатных систем:

- *географическая* – позволяет описывать местоположения на поверхности Земли с использованием сферических измерений широты и долготы.



[Главная](#)

[Содержание](#)



[Лекции](#)

[Лабораторные занятия](#)

[Назад](#)

30

[Закреть](#)

- *плоская (Декартова)* – прямолинейная система координат на плоскости или в пространстве, в которой положение точки может быть определено как ее проекции на фиксированные прямые, пересекающиеся в одной точке, называемой началом координат.

Поскольку поверхность Земли имеет сферическую форму, ГИС-специалистам приходится каким-то образом изображать реальный мир в плоской, или планарной системе координат. Объемную форму невозможно превратить в плоскую без искажений или разрывов. Процесс перемещения информации с объемной поверхности Земли на плоскость называется проецированием, отсюда и берется термин «картографическая проекция».

Картографическая проекция – это математически определенное отображение поверхности эллипсоида или шара (глобуса) на плоскость карты. Проекция устанавливает однозначное соответствие между геодезическими координатами точек (широтой и долготой) и их прямоугольными координатами на карте.

Картографические проекции могут исказить размеры, форму и углы между линиями. Невозможно получить проекцию без искажений двух из трех величин. Как правило, подбор проекции осуществляется исходя из того, какой из этих параметров важнее всего сохранить неизменным, пожертвовав остальными двумя.

Ниже на рис. 14 показаны подходы к классификации картографических проекций. При этом основными (наиболее часто используемыми) являются три основных типа картографических проекций: цилиндрические, конические и азимутальные (рис. 15).

Цилиндрические проекции имеют прямоугольную форму. Параллели и меридианы прямые и перпендикулярны. Меридианы расположены на одинаковом расстоянии друг от друга. Их нежелательно использовать для карт мира.



[Главная](#)

[Содержание](#)



[Лекции](#)

[Лабораторные занятия](#)

[Назад](#)

31

[Закреть](#)

Примером такой проекции является популярная проекция Pseudo Mercator (Web Mercator), в которой сделаны практически все веб-карты, в том числе Google Maps. При использовании этой проекции – чем ближе территория к полюсам, тем больше ее размер – меньше всего искажены экваториальные области.

Web Mercator стал стандартной проекцией веб-карт неслучайно. С помощью нее создать бесшовную, масштабируемую веб-карту было относительно просто. Эта проекция подходила в качестве основы для раннего веб-картографирования, потому что она имеет удобную квадратную форму при усечении полярных областей. Где бы вы ни находились на карте, вверх – это север, низ – юг, а запад и восток всегда слева и справа.

Но для карт мира эта проекция не оптимальна. Например, остров Элсмир в Канадской Арктике показан примерно такого же размера, как Австралия.

В проекции Web Mercator Земной шар разделён на 60 зон шириной 6°. Зоны нумеруются с запада на восток (рис. 16).



Рис. 14 – Классификация картографических проекций

(Источник: Балтыжакова Т. И. «Визуализация пространственных данных в QGIS»)



Главная

Содержание



Лекции

Лабораторные занятия

Назад

32

Закреть

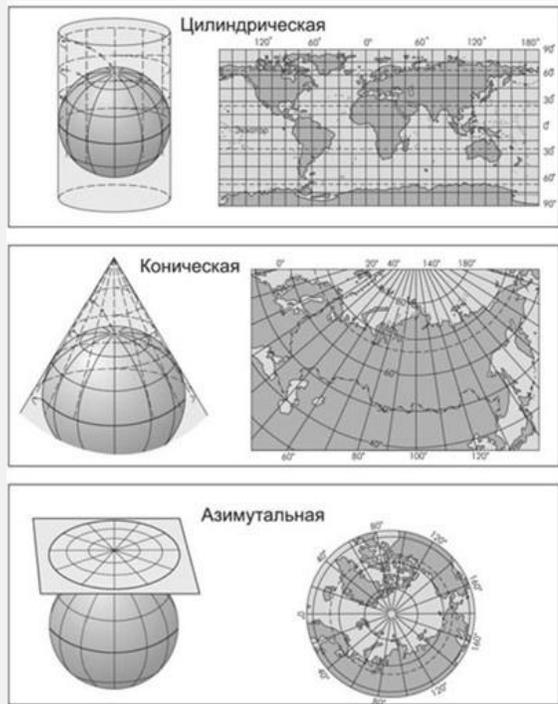


Рис. 15 – Наиболее распространенные виды картографических проекций

Проверить настоящие размеры стран и континентов можно на сайте <https://thetruesize.com/>.

Конические проекции – это проекции, в которых поверхность эллипсоида и шара проектируется на боковую поверхность касательного или секущего конуса.

Азимутальные проекции имеют круглую форму. Параллели представляют собой полные концентрические дуги окружностей. Меридианы – это радиусы этих окружностей.

Чтобы отображать разные территории на карте с наименьшими искажениями картографам и нужно множество проекций. Проекцию выбирают в зависимости от размера территории: мир, полушарие, континент, страна, регион, город. Экстент карты тоже имеет значение. Проекцию для

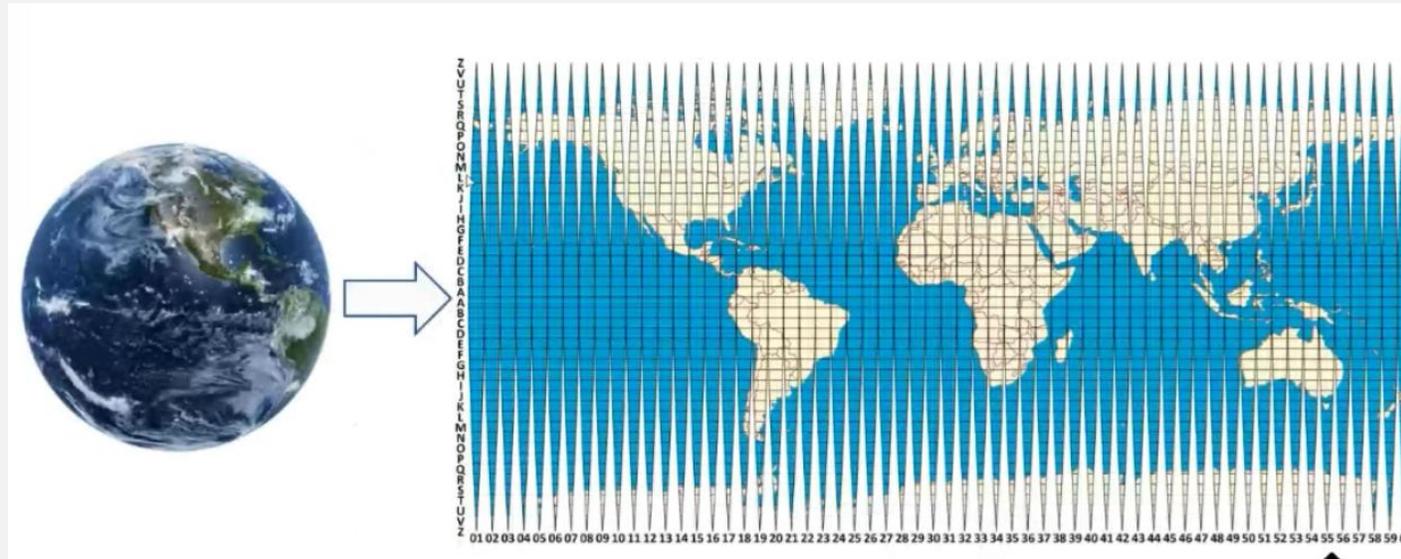


Рис. 16 – UTM-зоны в системе картографических проекций Универсальной поперечной проекции



Главная

Содержание



Лекции

Лабораторные занятия

Назад

33

Закреть

карты выбирают исходя из целей, которые преследует картограф.

Для карт мира выбирают проекции, которые меньше всего искажают размеры территорий. Самые популярные проекции здесь псевдоцилиндрические.

Не обязательно знать все проекции наизусть, но важно понимать, какие у них есть ограничения и искажения. Существуют сервисы, которые могут помочь в выборе подходящей проекции: <https://projectionwizard.org/>.

В ГИС картографические проекции существуют как компонент системы координат, или crs (coordinate reference system).

Система координат базируется на картографической проекции, которая определяет используемый эллипсоид (в иностранной литературе часто называемый датумом) и способ проецирования поверхности Земли на плоскость. К полученному изображению Земли на плоскости добавляется начало системы координат и ее оси.

В QGIS каждый добавленный слой и набор данных имеет свою собственную систему координат, а также есть система координат проекта, в которой отрисовываются данные на экране и выполняются некоторые расчеты. Эти системы координат могут (а в некоторых случаях для расчетов – должны) совпадать, а могут быть различны и изменяться независимо друг от друга.

Эта взаимная независимость систем координат позволяет работать одновременно с данными в разных системах, при этом отображая их в той системе координат, которая более удобна пользователю.

Система координат конкретного слоя отображается в его свойствах, которые можно вызвать из контекстного меню по правому клику мышкой на название слоя или просто двойным кликом на название слоя. Система координат проекта указана в правом нижнем углу окна программы и может быть изменена после клика на нее и выбора новой.



*Главная*

*Содержание*



*Лекции*

*Лабораторные  
занятия*

*Назад*

**34**

*Закреть*

Работа с системами координат в QGIS имеет несколько вариантов: перепроецирование слоев (для растровых слоев иногда называемое деформацией) – пересчет слоя из одной системы координат в другую; назначение системы координат – присвоение системы координат слоям, в которых ее нет или задана некорректно; создание пользовательских систем координат – внесение параметров нестандартных систем координат в каталог программы; перепроецирование на лету – изменение системы координат проекта, то есть системы координат, в первую очередь используемой для отображения данных на экране, которое не затрагивает системы координат отдельных слоев.

Системы координат в ГИС также делятся на *системы координат проекций* (также называемые Декартовыми) и *географические системы координат*.

*Географические координатные системы в ГИС* описывают положение точек на эллипсоиде Земли с помощью широты и долготы. Единицы измерения – градусы.

Примеры:

WGS 84 (EPSG: 4326) – мировой стандарт;

PZ-90 (EPSG: 4740) – российская система (ГЛОНАСС);

GCS SK-42 (EPSG: 4284) – старая советская система.

При использовании географических координатных систем измерения расстояний и площадей неточные (т.к. градусы не равны метрам) данные могут искажаться при визуализации (особенно в полярных регионах).

Систему координат WGS 84 (EPSG: 4326) обычно используют для хранения векторных данных. Единица измерения – градусы. Ее рекомендуется использовать в QGIS для сохранения новых векторных файлов. Если отобразить данные в этой системе координат без перепроецирования, то картинка будет сплюсненной.



Главная

Содержание



Лекции

Лабораторные  
занятия

Назад

35

Закреть

*Проекционные координатные системы в ГИС* преобразуют земную поверхность на плоскость с помощью математических проекций, что позволяет корректно измерять расстояния и площади. Единицы измерения – метры, футы и др.

Примеры:

Web Mercator (EPSG: 3857) – используется в OpenStreetMap.

Для Республики Беларусь:

СК-42 / зона X ((EPSG:284XX) :284XX) – советская система, XX – номер зоны;

Пулково-1942 / зона X (EPSG:284XX) – похожа на СК-42, но с другим эллипсоидом;

UTM (Universal Transverse Mercator);

WGS 84 / UTM zone XXN (EPSG:326X) – популярна для локальных проектов.

[EPSG](#), встречаемый в системах координат – это публичный реестр геодезических данных, систем пространственной привязки. Каждому объекту присваивается код EPSG в диапазоне от 1024 до 32767.

Большинство ГИС и библиотек ГИС используют коды EPSG в качестве идентификаторов систем пространственных координат (SRID) и данных определения EPSG для идентификации систем координат.

### **3. Классификация ГИС.**

По функциональным возможностям ГИС-системы можно разделить на профессиональные, настольные и вьюверы (рис. 17).

*Профессиональные* – ориентированы на обработку значительных объемов информации на высокопроизводительных компьютерах и вычислительных сетях и предназначены для глобальных научных исследований, управления целыми отраслями или крупными урбанизированными территориями (ESRI, Autodesk, Siemens).



Главная

Содержание



Лекции

Лабораторные  
занятия

Назад

36

Закреть

*Настольные*, обладающие по сравнению с первыми меньшей производительностью и предназначенные для решения прикладных научных задач, задач оперативного управления и планирования (QGIS, MAP Info, ArcView, Atlas).

*Вьюеры, электронные атласы* – системы для информационно-справочного использования. В большинстве случаев продукты этого класса не обладают возможностями редактирования информации и предназначены для поиска и визуализации информации, подготовленной в ГИС первых двух классов. Представителями этого рода программных продуктов являются ArcExplorer (ESRI). M-City (информационно-справочная система с картой г. Москвы).

По принципам внутреннего устройства ГИС делятся на:

*открытые системы*, которые предоставляют пользователю возможность адаптации программной среды для решения его специфических задач путем создания собственных приложений. Для этого используются широко распространенные языки программирования. Такие системы поддерживают общепринятые обменные форматы данных и принятые в конкретных операционных средах механизмы взаимодействия приложений (например. OLE. DDE. COM для Windows).



Рис. 17 – [Классификация ГИС по функциональности](#)



Главная

Содержание



Лекции

Лабораторные  
занятия

Назад

37

Закреть

*закрытые системы*, которые не обладают этими преимуществами и представляют «вещь в себе». Они изначально предназначены для решения узкоспецифических задач и при изменении условий задачи оказываются нежизнеспособными. Кроме того, довольно часто возникает проблема обмена информацией с другими приложениями, что объясняется недостаточной документированностью внутренних форматов представления данных.

По территориальному охвату различают следующие виды ГИС:

- глобальные или планетарные;
- субконтинентальные;
- национальные;
- межнациональные;
- региональные;
- субрегиональные;
- локальные (местные), в том числе муниципальные и ультралокальные ГИС.

С точки зрения проблемной ориентации ГИС делятся на:

- инженерные;
- имущественные, предназначенные для обработки кадастровых данных;
- ГИС для тематического и статистического картографирования, имеющие целью управления природными ресурсами, составление карт по переписям и планирование окружающей среды;
- библиографические, содержащие каталогизированную информацию о множествах географических документов;
- географические файлы с данными о функциональных и административных границах;
- системы обработки изображений спутниковых данных.



*Главная*

*Содержание*



*Лекции*

*Лабораторные  
занятия*

*Назад*

**38**

*Закреть*

По целевому назначению различают многоцелевые и специализированные ГИС, в том числе информационно-справочные, инвентаризационные, для нужд планирования, управления.

По проблемно-тематической ориентации ГИС принято разделить на общегеографические, экологические и природопользовательские, отраслевые.

Отдельно стоит рассмотреть виды ГИС по способу организации географических данных. Основой визуального представления данных при помощи ГИС-технологий служит так называемая графическая среда. Основу графической среды и, соответственно, визуализации базы данных ГИС составляют векторные и растровые модели (рис. 18). Эти модели содержат пространственную информацию, которая и выступает основой для пространственного анализа в градостроительных целях.

*Растровая модель* данных или растровое представление – это цифровое представление пространственных объектов в виде совокупности ячеек раstra (пикселей) с присвоенным им значением класса объекта в отличие от формально идентичного регулярно-ячеистого представления как совокупности ячеек регулярной сети;

*Векторная модель* данных, или векторное представление – это цифровое представление точечных, линейных и полигональных пространственных объектов в виде набора координатных пар.

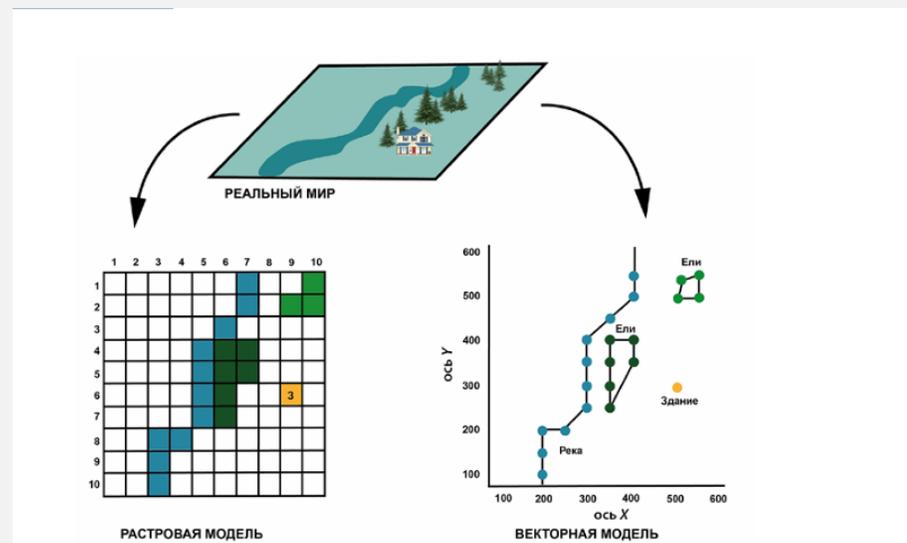


Рис. 18 – [Разница между растровой и векторной моделью](#)



[Главная](#)

[Содержание](#)



[Лекции](#)

[Лабораторные занятия](#)

[Назад](#)

39

[Закреть](#)

Следует отметить, что современные программы обычно работают как с векторной, так и с растровой моделями данных. Можно лишь говорить о более развитом инструментарии для обработки векторной или растровой графики.

#### 4. Технологии работы с данными ГИС.

Для работы с данными применяют:

*Настольные ГИС*, которые могут быть коммерческими и свободно распространяемыми.

Примером коммерческой ГИС может служить программа ArcGIS (ESRI):

+ *Плюсы*

- промышленный стандарт – используется в госструктурах и крупных компаниях;
- мощные аналитические возможности: геостатистика, 3-D-анализ, моделирование;
- интеграция с облаком (ArcGIS Online) – удобно для совместной работы;
- готовое решение для разных отраслей (городское планирование, экология, логистика);
- хорошая документация и обучение (курсы ESRI, сертификация).

– *Минусы*

- дорого (лицензии на ArcGIS стоят тысячи долларов в год);
- закрытый код – нельзя дорабатывать под свои нужды;
- требует мощного железа для работы с большими данными;
- привязка к экосистеме ESRI – сложно экспортировать данные в другие форматы.

*Идеально для:* корпораций, госучреждений, научных проектов с большим бюджетом.

Примером свободно распространяемой ГИС может выступать QGIS:

+ *Плюсы*

- бесплатный и открытый – нет лицензионных ограничений;
- кроссплатформенный;



Главная

Содержание



Лекции

Лабораторные  
занятия

Назад

40

Закреть

- поддержка множества форматов;
- мощные аналитические инструменты;
- активное сообщество – много учебных материалов и форумы поддержки.

– *Минусы*

- менее удобный интерфейс в сравнении с коммерческими аналогами;
- медленнее работает с очень большими наборами данных;
- ограниченная поддержка корпоративных решений.

*Идеально для:* студентов, исследователей, небольших компаний, разработчиков.

Среди настольных ГИС также выделяют ГИС ориентированные преимущественно на работу с векторными данными (например, MapInfo Professional) и на работу с растровыми данными (например, Photomod – цифровая фотограмметрическая система).

*Веб-ГИС (облачные ГИС)* – это сетевая информационная система, предназначенная для сбора, обработки, моделирования и анализа пространственных данных, для принятия решений в рамках предприятия / организации.

Интерактивность веб-ГИС позволяет адаптировать их пользователям в соответствии с их предпочтениями: выбирать цветовую гамму, включать и отключать слои данных, а также менять ориентацию карты, чтобы приспособить ее для конкретной цели. Примеры веб-ГИС представлены на рис. 19 – 22.



Главная

Содержание



Лекции

Лабораторные занятия

Назад

Закреть

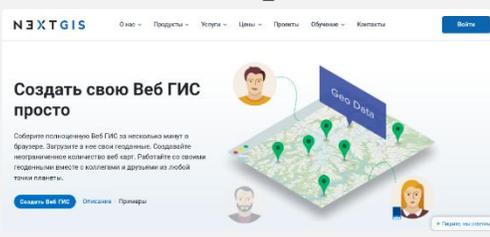


Рис. 19 – [NextGIS](#)

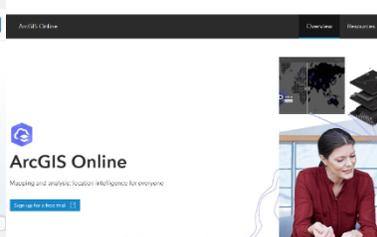


Рис. 20 – [ArcGIS Online](#)



Рис. 21 – [Felt](#)

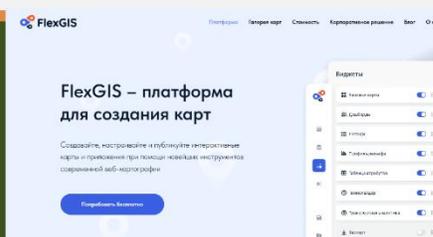


Рис. 22 – [FlexGIS](#)

Мобильные ГИС – представляют собой геоинформационные приложения для мобильных устройств, предназначенные для доступа, обработки, анализа и графической визуализации пространственных данных, позволяющие работать с данными непосредственно на местности.

Главная особенность – простой интерфейс, адаптированный под устройства с небольшими экранами и ограниченным, в сравнении с настольными ГИС.

Примеры мобильных ГИС представлены на рис. 23 – 24.

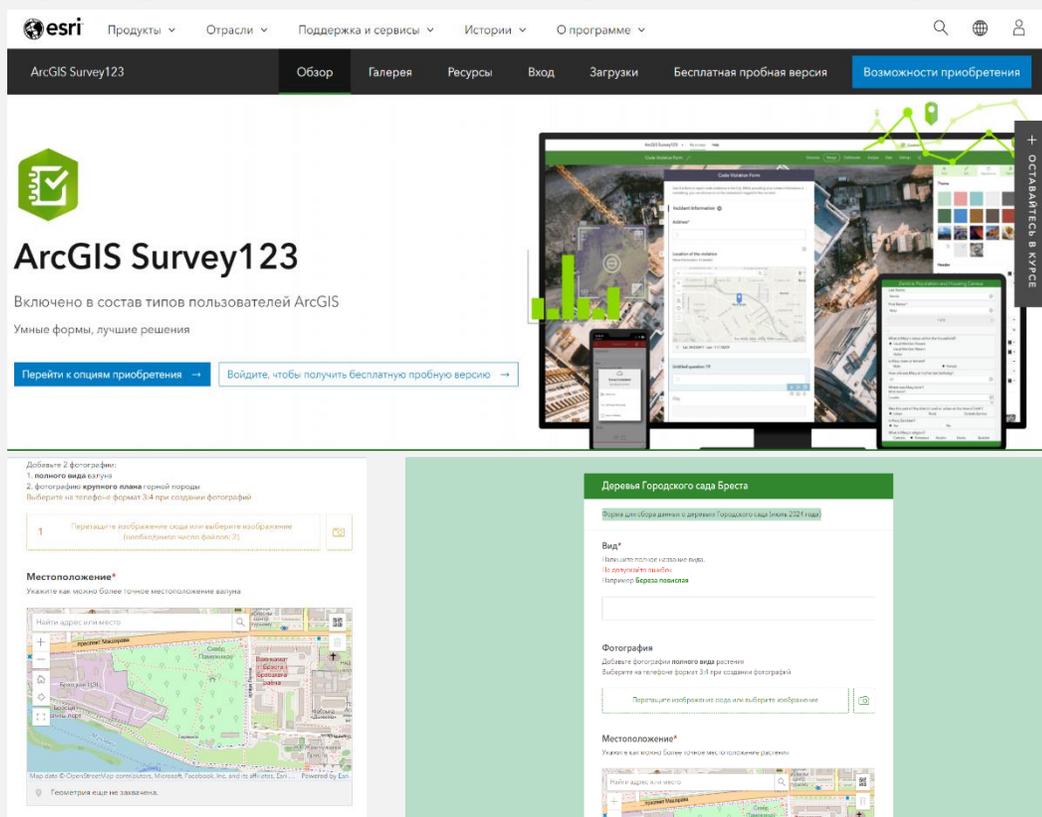


Рис. 23 – ArcGIS Survey 123

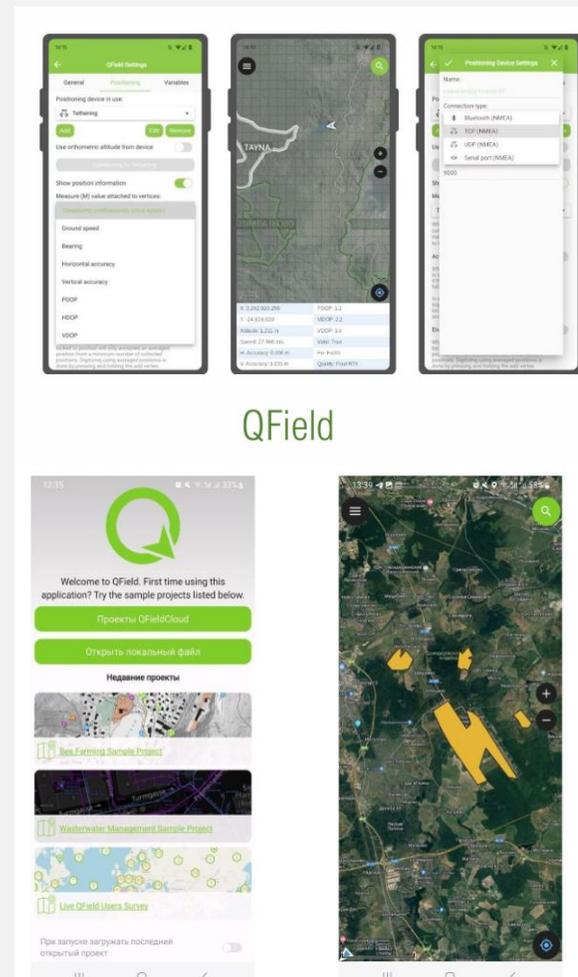


Рис. 24 – QField



Главная

Содержание

◀ ▶

Лекции

Лабораторные занятия

Назад

42

Закреть

## 5. Программный комплекс QGIS.

Как начинался QGIS? В начале 2002 г. Гэри Шерман (рис. 25) захотел создать программу для просмотра данных PostGIS под Linux. Он посмотрел на open-source проекты того времени, но не нашел в них решение своего вопроса, поэтому сам начал работать над этой задачей. Его небольшой хобби-проект со временем стал самой популярной открытой ГИС в мире – QGIS.

*До 1981 Гэри Шерман обучался в университете на Аляске, где изучал горное дело и геологию. После этого, работая в сфере естественных наук, он в течение многих лет решал задачи геологии и географии с помощью программирования – например, строил карты минеральных ресурсов на первых компьютерах в начале 1980-х.*

В июле 2002 года, когда появилась первая рабочая версия QGIS, Гэри разместил ее на Sourceforge и написал о ней на нескольких сайтах в поисках соавторов.

У ГИС-сообщества был интерес к проекту, но скачиваний было немного, и в первое время QGIS развивался медленно. К тому же его первый релиз был неярким – программа могла отображать данные PostGIS, но набор ее функций был небольшим.

Через полгода в Quantum GIS стало больше возможностей для работы с векторными данными и появилась поддержка разных проекций, а через пару лет были добавлены возможности для работы с растровыми данными, и постепенно количество пользователей увеличивалось.



Рис. 25 – [Гэри Шерман](#)



Главная

Содержание



Лекции

Лабораторные  
занятия

Назад

43

Закреть

В течение четырех лет с начала проекта к команде подключилось более 20 разработчиков, а также участники, работающие над документацией, графикой и тестированием. По словам создателя, когда в 2008 у QGIS появилась возможность работы с Python, программа начала жить своей жизнью. Тогда проект действительно набрал обороты, и Гэри уже не принимал в нем такого же участия, как в первые годы. За свою работу с QGIS в 2014 году Гэри Шерман получил премию Сола Катца (Sol Katz Award).

Интерфейс QGIS включает в себя несколько элементов (рис. 26):

1. Список слоев. Здесь можно увидеть список всех доступных слоев. Если раскрыть свернутые элементы, то появится дополнительная информация о текущем внешнем виде слоя.

2. Панель инструментов. По умолчанию содержит кнопки для загрузки слоя и создания нового слоя. Панели инструментов можно перенести в любое удобное место.

3. Полотно карты. Здесь отображается сама карта и загружаются слои. Можно взаимодействовать с видимыми слоями: приближать и отдалять, перемещать карту, выбирать функции и выполнять другие операции.

4. Строка состояния. Показывает информацию о текущей карте. Можно настраивать масштаб карты, поворот карты и видеть координаты курсора мыши на карте.

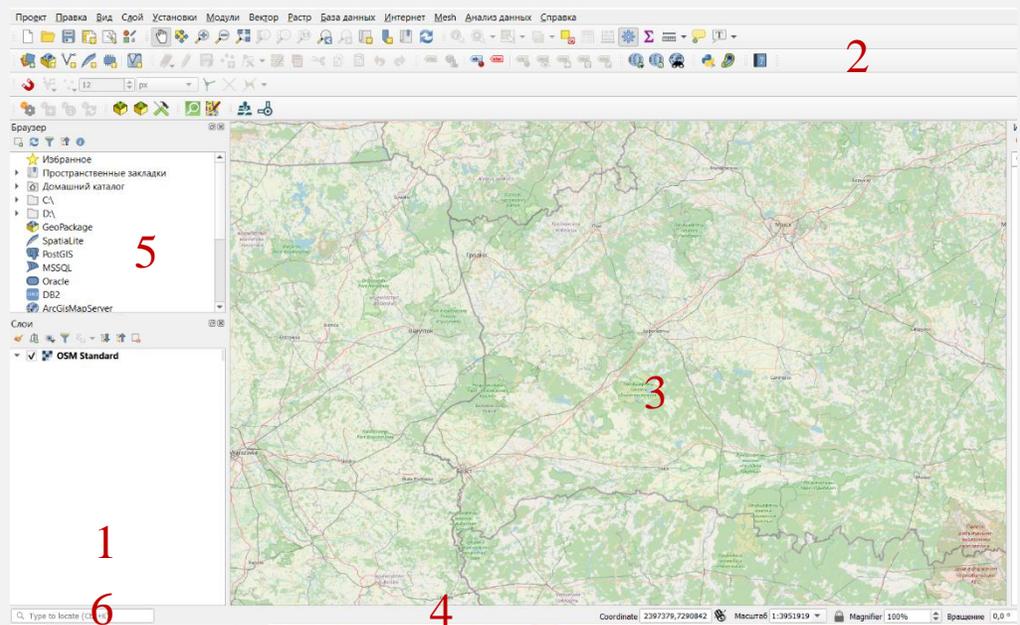


Рис. 26 – Окно QGIS.



[Главная](#)

[Содержание](#)



[Лекции](#)

[Лабораторные занятия](#)

[Назад](#)

44  
[Закреть](#)

5. Панель браузера. Позволяет легко перемещаться по базе данных. Есть доступ к векторным файлам, базам данных и соединениям WMS / WFS.

6. Панель локатора. На этой панели можно получить доступ почти ко всем объектам QGIS: слоям, функциям слоя, алгоритмам, пространственным закладкам и другим.

Существенную и динамично развивающуюся долю функциональности QGIS составляют расширения (плагины, модули).

Ниже, в таблице 3, представлены наиболее полезные модули QGIS в сфере градостроительства:

Таблица 3 – Модули QGIS, полезные в решении градостроительных задач

Плагин	Описание
QuickOSM	загрузка данных OSM в формате shape
QuickMapServices	загрузка базовых карт
Coordinat Capture	предназначен для облегчения работы с координатами
DataPloty	создание графиков и диаграмм, анализ пространственных данных
Density Analysis	автоматизирует создание тепловых карт плотности
QNEAT3	предназначен для предоставления сложных алгоритмов в области сетевого анализа
ORS Tools	используется для создания изохрон и вычислений с помощью матриц
ShapeTools	используется для создания буферных зон



[Главная](#)

[Содержание](#)



[Лекции](#)

[Лабораторные занятия](#)

[Назад](#)

45

[Закреть](#)

## ТЕМА 3. ОСНОВЫ ГИС

- [1. Понятие о пространственных данных и их моделировании.](#)
- [2. База пространственных данных. Работа с таблицей атрибутов.](#)
- [3. Источники данных в ГИС.](#)
- [4. Национальная инфраструктура пространственных данных.](#)

### 1. Понятие о пространственных данных и их моделировании.

Пространственные данные являются главной информацией, используемой для пространственного анализа. Они играют ключевую роль в ГИС и пространственном анализе и представляют собой информацию о местоположении, форме, взаимосвязях объектов в пространстве.

Пространственные данные – это данные о пространственных объектах, включающих сведения об их форме, местоположении и свойствах, в том числе представленные с использованием координат.

Моделирование пространственных данных – это многоуровневый процесс, который позволяет перейти от абстрактного представления к конкретной реализации. Различают три уровня моделирования:

1 уровень. Концептуальная модель – абстрактные модели, определяющие структуру исследуемого объекта, свойства составных частей, причинно-следственные связи.

2 уровень. Модель пространственных данных. Набор логических правил формализованного цифрового описания объектов реальности как пространственных объектов.

3 уровень. Модели пространственных объектов. Геометрические примитивы, используемые



[Главная](#)

[Содержание](#)



[Лекции](#)

[Лабораторные занятия](#)

[Назад](#)

46

[Закреть](#)

для координатного описания пространственных объектов, или их частей.

Концептуальные модели бывают:

- объектно-ориентированными – используются когда явление интерпретируется как состоящее из дискретных объектов с четкими границами. Характеристики объектов в пределах их границ предполагаются постоянными. Примерами таких объектов могут выступать здания. интерпретируется как состоящее из дискретных объектов с четкими границами (например, здание);

- сетевыми – используются для интерпретации явлений, состоящих из множества связанных между собой объектов. Сетевые модели являются производными от объектно-ориентированных. Примерами таких моделей могут выступать автомобильные дороги;

- модель географических полей – используются для интерпретации явлений, сплошным образом покрывающих пространство. Как правило, моделируемая характеристика явления меняется непрерывно, но это не является обязательным условием. К примеру, земная поверхность имеет сплошной характер, ее высота меняется непрерывно.

Особенности концептуальных моделей географических явлений:

- всегда являются упрощением реальности;
- обобщают модели картографической локализации (по пунктам, на линиях, по площадям, рассеянной, сплошной);
- выбираются в соответствии с масштабом и целью исследования, а также способом интерпретации явления;
- определяют выбор модели пространственных данных.

Существуют различные типы пространственных данных, каждый из которых имеет свои особенности и применения в анализе. Понимание этих типов и методов их анализа является



[Главная](#)

[Содержание](#)



[Лекции](#)

[Лабораторные занятия](#)

[Назад](#)

47

[Закреть](#)

фундаментальным для эффективного использования ГИС и проведения пространственных исследований.

Основой визуального представления данных при помощи ГИС-технологий служит так называемая графическая среда. Основу графической среды и соответственно визуализации базы данных ГИС составляют векторные и растровые модели.

Модель – это математический или визуальный способ описания объектов, процессов, или явлений, которые не могут наблюдаться непосредственно

Векторы графически представляют реальный мир через точки, линии и многоугольники. С помощью точек можно создавать линии, которые в дальнейшем при водят к образованию замкнутых пространств в виде многоугольников (рис. 27).

Растры предоставляет данным представление в виде пиксельной сетки, в которой каждый пиксель отражает определенную информацию, такую как цвет, единица измерения и т.д. Наряду с понятием о векторных и растровых данных стоит затронуть понятие об атрибутивных данных, которые представляют дополнительную информацию к пространственным данным, например изображениям, картам или, которая повышает ценность пространственных данных.

К особенностям векторных моделей данных можно отнести следующие:

- Векторная модель может организовывать пространство в любой последовательности и дает «произвольный доступ» к данным.

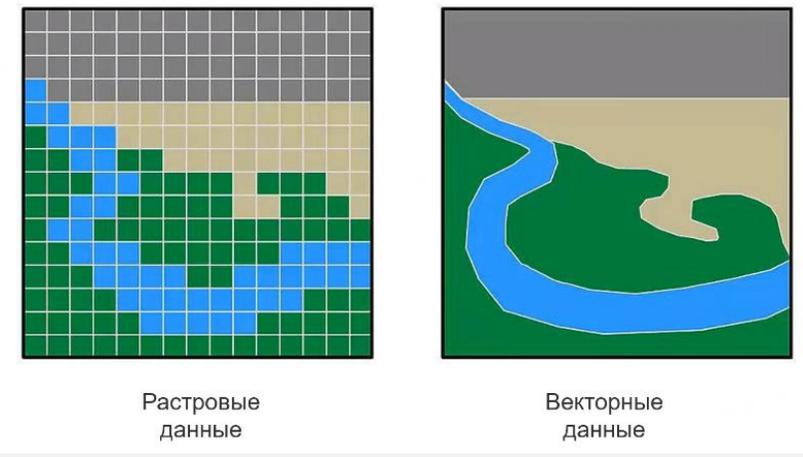


Рис. 27 – [Пример растровых и векторных данных](#)



[Главная](#)

[Содержание](#)



[Лекции](#)

[Лабораторные занятия](#)

[Назад](#)

48  
[Закреть](#)

- В векторной форме легче осуществляются операции с линейными и точечными объектами, например, анализ сети – разработка маршрутов движения по сети дорог, замена условных обозначений.

- Векторные данные более точные в сравнении с растровыми, т. к. могут кодироваться с любой мыслимой степенью точности, которая ограничивается лишь возможностями метода внутреннего представления координат.

- Векторные модели требуют значительно меньше памяти для хранения информации, а также тратят на порядок меньше памяти для обработки и представления данных.

К особенностям растровых данных можно отнести следующие:

- Получение путем сканирования. Растровую карту можно создать из обычной бумажной карты, она будет копией оригинала с точностью до элемента (до пиксела).

- Большой объем файла. Как правило, получаемый после сканирования файл имеет большой объем.

- Ограничения в возможностях. По растровой карте компьютер не может выполнять такие расчеты, как определение оптимального маршрута движения, расчет профиля земной поверхности и другие.

- Отсутствие распознавания отдельных объектов. Реки, леса, дороги, строения воспринимаются как единый упорядоченный набор цветных точек.

Для хранения векторных моделей данных наиболее часто используются следующие форматы файлов (рис. 28):

Шейп-файл (SHP-файл) – это простой формат для хранения геометрического местоположения и атрибутивной информации географических объектов. Он представляет геопространственную информацию в виде векторных данных.



[Главная](#)

[Содержание](#)



[Лекции](#)

[Лабораторные занятия](#)

[Назад](#)

49

[Закреть](#)

Такой формат позволяет хранить следующие типы геометрических объектов: точки (мультиточки), линии (мультилинии), многоугольники и др. объекты.

В то же время такой формат для хранения в настоящее время менее популярен, ввиду следующих недостатков:

- в файле не задается система координат;
- состоит из нескольких файлов;
- названия атрибутов должны быть не длиннее 10 букв;
- всего можно добавить не более 255 атрибутов;
- ограниченное количество типов данных в атрибутах;
- файл должен быть не более 2 гигабайт;
- не описываются топологические отношения объектов;
- в файле могут быть объекты с одним типом геометрии.

GeoJSON – формат представления различных структур географических данных, основанный на JavaScript object notation (JSON). Именно этот формат приходит на замену шейп-файлам.

В GeoJSON объект состоит из набора пар ключ/значение, также называемых свойствами. Имя каждого свойства – строка. Значение свойства может представлять собой строку, число, объект, массив или один из литералов: «true», «false» и «null». Массив состоит из элементов, где каждый элемент может принимать одно из значений, описанных выше. Поддерживает хранение точечных, линейных, полигональных,

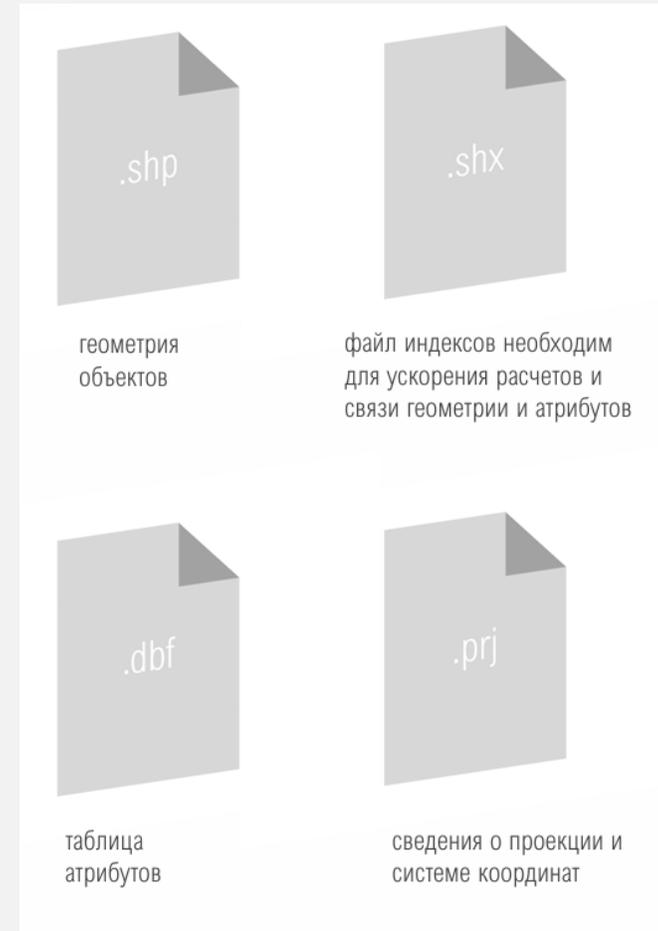


Рис. 28 – Типы файлов в структуре шейп-файла  
Источник – мастер-класс НИУ МГСУ «Анализ городских данных при помощи QGIS»)



[Главная](#)

[Содержание](#)



[Лекции](#)

[Лабораторные занятия](#)

[Назад](#)

50

[Закреть](#)

многоточечных, многострочных и многополигональных объектов.

GeoPackage – это открытый, стандартный формат данных Open Geospatial Consortium географической информационной реализованный в виде контейнера базы данных SQLite. GeoPackage позволяет хранить системы, следующие различные типы геометрических объектов: векторные объекты, растры, атрибуты и дополнения.

Наиболее распространенным в ГИС растровым форматом является формата GeoTIFF, который является открытым форматом представления растровых данных в формате TIFF совместно с метаданными о географической привязке (геореференцированный растр). В тегах GeoTIFF может задаваться: вид картографической проекции или система географических координат; параметры (датум) земного геоида; дискреты разрешения изображения; матрица полиномиального, сплайнового или аффинного преобразования; характерные параметры изображения.

## **2. База пространственных данных. Работа с таблицей атрибутов.**

*База пространственных данных* – совокупность пространственных данных, организованных по определенным правилам, устанавливающим общие принципы описания, хранения и манипулирования данными, предназначенная для удовлетворения информационных потребностей пользователя.

*Задача базы пространственных данных* – организовать хранение пространственных объектов так чтобы их можно было использовать для решения конкретных задач.

Различают несколько видов моделей баз пространственных данных:

- иерархические – представляют базы данных в виде древовидной структуры, состоящей из иерархически соподчиненных объектов;



[Главная](#)

[Содержание](#)



[Лекции](#)

[Лабораторные  
занятия](#)

[Назад](#)

51

[Закреть](#)

- сетевые – представляют базы данных в виде графовой структуры, состоящей из связанных объектов;

- реляционные – представляют базы данных в виде совокупности таблиц.

База пространственных данных должна быть:

- согласованной по времени – данные должны соответствовать определенному времени, быть актуальными;

- полной, достаточно подробной для предполагаемых целей анализа и моделирования;

- позиционно точной, абсолютно совместимой с другими данными, которые могут добавляться в нее;

- достоверной, правильно отражающей характер явлений посредством атрибутов;

- легко обновляемой и доступной для выбранной категории пользователей;

- избыточной и внутренне непротиворечивой.

Атрибуты векторных объектов хранятся в таблице. Каждый столбец таблицы называется *полем*. Каждая строка – *записью*. Ниже представлен простейший пример таблицы атрибутов ГИС (таблица 4):

Таблица 4 – Пример таблицы атрибутов

ID	Поле: YearBuilt	Поле: RoofColour	Поле: Balcony
запись 1	1998	красный	да
запись 2	2000	черный	нет



Главная

Содержание



Лекции

Лабораторные  
занятия

Назад

52

Закреть

Каждая запись таблицы атрибутов в ГИС соответствует одному объекту. Обычно информация из таблицы атрибутов хранится в некоторой базе данных. ГИС-приложения связывают атрибутивные записи с геометрией объекта, так что вы можете найти запись в таблице выделив объект на карте и наоборот, найти объект на карте выбрав запись в таблице.

Как имея такой широкий выбор определить какие именно атрибуты должны быть у объекта? Обычно все зависит от того, что вы собираетесь делать с данными. Если вы хотите создать карту на которой дома раскрашены в зависимости от возраста, стоит добавить атрибут «Год постройки». Если вы абсолютно уверены, что никогда не будете нуждаться в подобной карте – лучше не хранить эту информацию. Сбор и хранение избыточной информации требует дополнительных материальных и временных ресурсов. Очень часто мы получаем векторные данные от организаций, друзей. Как правило, в таких случаях невозможно запросить определенные атрибуты и приходится работать с тем, что есть.

Каждое поле таблицы атрибутов имеет определенный тип данных – текст, число или дата. Выбор типа данных для атрибута требует вдумчивого планирования.

При работе с текстовыми данными в QGIS, содержащими кириллические символы, необходимо проявлять особую внимательность к выбору кодировки. В отличие от латиницы, которая корректно отображается в большинстве кодировок кириллица часто отображается некорректно (как последовательности нечитаемых символов) при несовпадении кодировки файла и настроек программы. Для решения этой проблемы требуется вручную изменить кодировку в свойствах слоя. Наиболее распространенным вариантом для восстановления кириллицы является кодировка UTF-8.

Таблицу атрибутов слоя QGIS можно отредактировать в любое время. Открыть ее можно несколькими способами:



[Главная](#)

[Содержание](#)



[Лекции](#)

[Лабораторные занятия](#)

[Назад](#)

53

[Закреть](#)

- правая кнопка мыши по слою в панели «Слой» > Выбрать «Открыть таблицу атрибутов»;

- нажать на значок «Открыть таблицу атрибутов» на панели инструментов;

- использовать горячую клавишу F6.

Работа с таблицами атрибутов в QGIS возможна в трех направлениях:

- редактирование базы данных (редактирование значений, удаление строк или колонок, создание новых полей);

- выделение объектов, удовлетворяющих условию посредством конструктора запросов или SQL-команд;

- расчет производных баз данных с созданием еще одного поля.

Как и при редактировании геометрии векторного слоя, редактирование связанной базы данных осуществляется с включенным режимом редактирования (на панели редактирования).

Для редактирования значения атрибута необходимо перейти в соответствующую ячейку таблицы, находясь в режиме редактирования, и ввести новые данные.

Чтобы создать новое поле, используется инструмент «Добавить поле» (открывается сочетанием клавиш Ctrl+I или через меню). В открывшемся диалоговом окне требуется задать имя поля, выбрать тип данных (например, целое число, текст, вещественное число), а при необходимости – указать длину поля и точность (количество знаков после запятой для дробных чисел).

Для удаления существующего поля также можно воспользоваться инструментом на панели инструментов таблицы атрибутов или сочетанием клавиш Ctrl +L, после чего выбрать одно или несколько полей для удаления и подтвердить свой выбор.



[Главная](#)

[Содержание](#)



[Лекции](#)

[Лабораторные занятия](#)

[Назад](#)

54

[Закреть](#)

При удалении, копировании и вырезании отдельной записи в базе данных, необходимо выделить соответствующую строку путем однократного нажатия на номер строки, после чего станут доступны инструменты удаления, вырезания, копирования и вставки строки.

Для расчета по полям базы данных в ГИС QGIS используется *калькулятор полей*. Расчет по полям возможен двумя способами – обновлением существующего поля, а также с созданием новой колонки.

*Калькулятор запросов* позволяет использовать функции, позволяющие выполнять:

- агрегацию данных,
- рассчитывать геометрические характеристики, такие как, площадь, периметр, координаты x и y точечного объекта,
- возвращает центроид полигональной геометрии и т.д.

К числу основных операций с атрибутами относятся:

- вычисление, которое выполняется для изменения значений одного атрибута, которое может выполняться в том числе при использовании значений других атрибутов, или информации о геометрии объектов (например, перевести проценты в доли);
- классификация (реклассификация), которая используется для разделения значений на группы, определяемые номинальной или порядковой шкалой измерений (например, классификация населенных пунктов по численности населения на основании численности населения);
- фильтрация, которая используется для того, чтобы оставить в данных только те кортежи, атрибуты которых соответствуют заданным критериям;
- соединение, которое используется чтобы объединить атрибуты соответствующих объектов из двух таблиц в одну.



[Главная](#)

[Содержание](#)



[Лекции](#)

[Лабораторные занятия](#)

[Назад](#)

55

[Закреть](#)

### 3. Источники данных в ГИС.

Основой любой геоинформационной системы (ГИС) являются данные. Именно на них базируется вся работа: данные управляют системой, и с их помощью выполняются все операции. Ключевое отличие профессионально подготовленных ГИС-данных от непространственной графической информации (например, отсканированных карт или растровых и векторных изображений, созданных в таких программах, как Adobe Photoshop или Corel Draw) заключается в наличии географической привязки и особой структуры. Эти особенности обеспечивают ГИС-данным значительные преимущества.

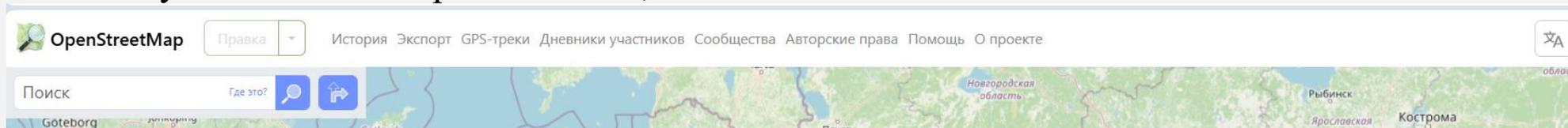
Согласно основной концепции, ГИС – это информационная система, предназначенная для интеграции пространственной и атрибутивной информации. Соответственно, и данные, которые она использует, делятся на два типа:

Пространственные данные (координатная информация о расположении объектов);

Атрибутивные данные (описательная информация в текстовом или табличном формате).

В качестве источников векторных данных могут выступать:

1. Данные [OpenStreetMap](https://www.openstreetmap.org/) (OSM). Этот сервис позволяет получить бесплатный доступ к данным, которые представляют физические объекты на земле (например, дороги или здания) используя теги, которые указывают к основным структурам данных (точки точка, линии линия или отношения отношение). Каждый тег описывает географическую характеристику объекта, относящуюся к этой конкретной точке, линии или отношению.



[Главная](#)

[Содержание](#)



[Лекции](#)

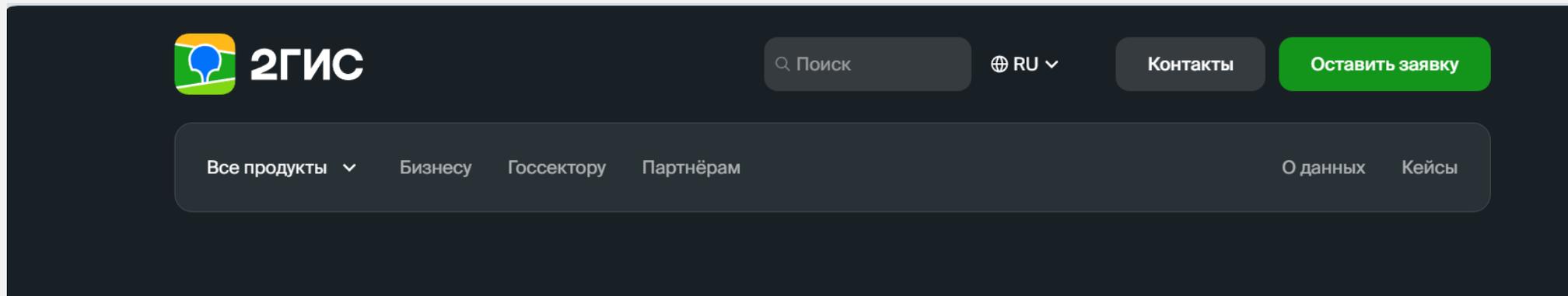
[Лабораторные занятия](#)

[Назад](#)

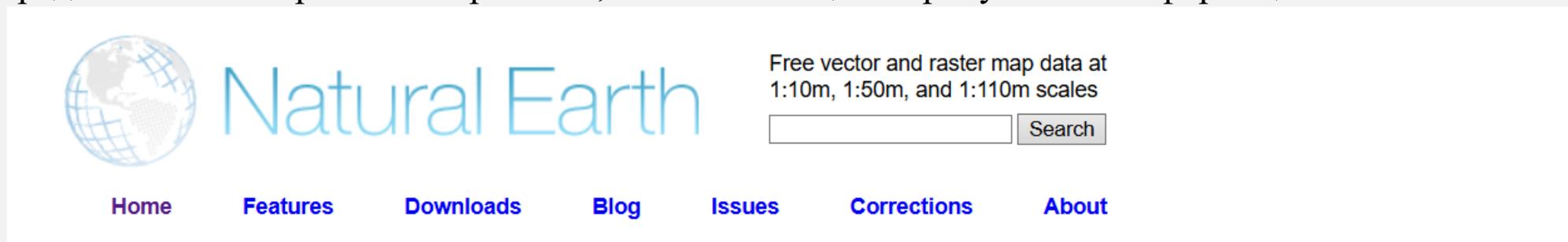
56

[Закреть](#)

2. Данные [2ГИС](#) – это платные базы данных с детальной и наиболее актуальной информацией о миллионах организаций, адресов и объектов инфраструктуры городов России и стран СНГ.



3. Данные [Natural Earth](#) – это набор картографических данных в виде шейп-файлов в открытом доступе. Открытые слои для скачивания включают в себя: базовые карты (подложки) с рельефом; слои административных границ разных уровней (в том числе с точки зрения разных государств); реки и озера; острова и ледники; батиметрические данные; транспортная инфраструктура (дороги, порты, аэропорты); городские территории и многое другое. Слои представляют не просто набор линий, в них есть еще и атрибутивная информация.



[Главная](#)

[Содержание](#)



[Лекции](#)

[Лабораторные занятия](#)

[Назад](#)

57

[Закреть](#)

4. Данные [OECD Data](#) – официальный портал статистических данных и аналитики Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР / OECD).



[More about the OECD Data Explorer](#)   
Platform and data status 



 English 

## OECD Data Explorer

5. Данные [Our World in Data](#) – некоммерческий электронный проект, публикующий в открытом доступе данные о глобальных проблемах человечества, таких как болезни, голод, глобальное потепление, катастрофы, социальное неравенство и бедность. В период пандемии COVID-19 проект стал одним из ведущих источников мировой статистики по распространению заболевания.

Our World  
in Data



 Browse by topic Data Insights Resources  About 

Subscribe

Donate

POPULAR PAGES

Poverty

Child Mortality

Global Education

CO<sub>2</sub> Emissions

Migration

War & Peace

Life Expectancy

Population Growth

Artificial Intelligence

Research and data to make progress  
against the world's largest problems.

Try "Life expectancy", "Poverty Nigeria Vietnam", "CO2 France"...



[14,018 charts](#) across [123 topics](#) – All free: open access and open source



Главная

Содержание



Лекции

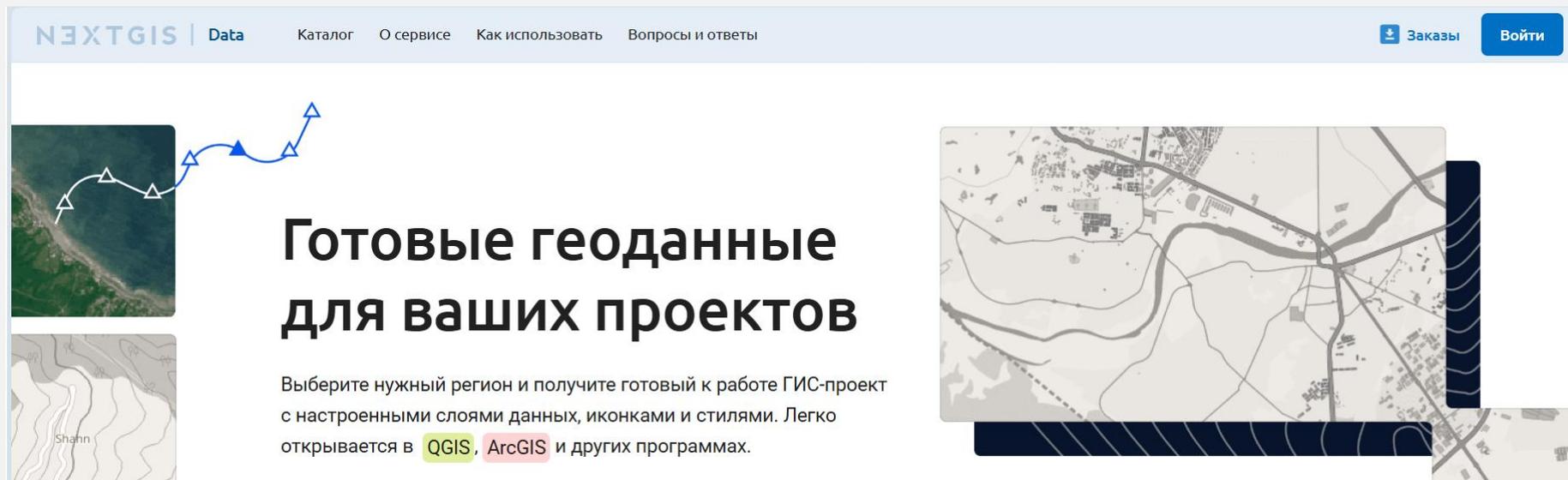
Лабораторные  
занятия

Назад

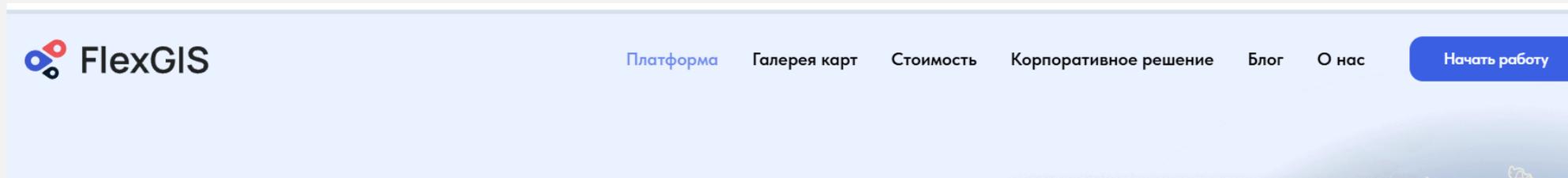
58

Закреть

6. Данные [NextGIS](#) – проект, в рамках которого из данных OSM и других открытых источников создаются обновляемые наборы слоев по любой точке мира. Данные наборы слоев доступны в форматах ESRI Shapefile, ESRI Geodatabase, Mapinfo TAB, GeoJSON, PBF, OSM (XML), SQL (PostgreSQL) и CSV, что позволяет использовать их практически в любой ГИС.



7. Данные [FlexGIS](#) – платформа для веб-картографирования, на которой содержатся в том числе и доступные для бесплатного скачивания готовые наборы геоданных по странам, регионам, экономике и инфраструктуре.



[Главная](#)

[Содержание](#)



[Лекции](#)

[Лабораторные занятия](#)

[Назад](#)

59

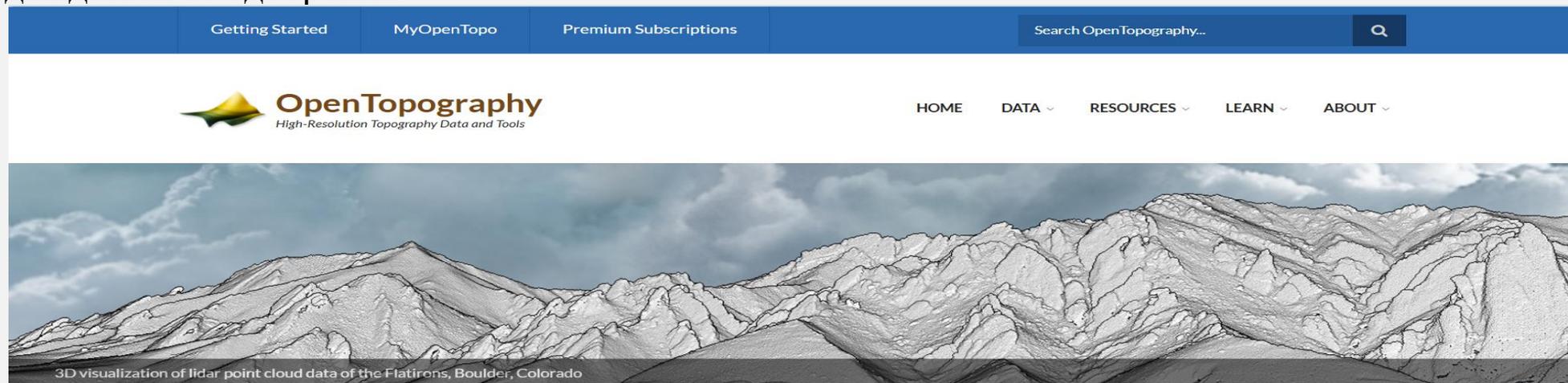
[Закреть](#)

В качестве источников растровых данных могут выступать:

1. Данные [USGS](#) – это сайт Американской Геологической службы (USGS), который служит основным источником данных по рельефу Земли и различного рода данным дистанционного зондирования (ДЗЗ).



2. Данные [OpenTopography](#) – это онлайн-сервис для хранения топографических и батиметрических данных, а также инструментов для работы с этими данными. Региональные и глобальные данные с пространственным разрешением 10–90 м, а также данные, размещенные сообществом пользователей (как правильно, имеющие малое пространственное покрытие), OpenTopography предоставляет бесплатно. К остальным данным организован академический доступ (Academic Acces): необходимо подать заявку в OpenTopography на получение данных, и дождаться ее одобрения.



Главная

Содержание



Лекции

Лабораторные занятия

Назад

60

Закреть

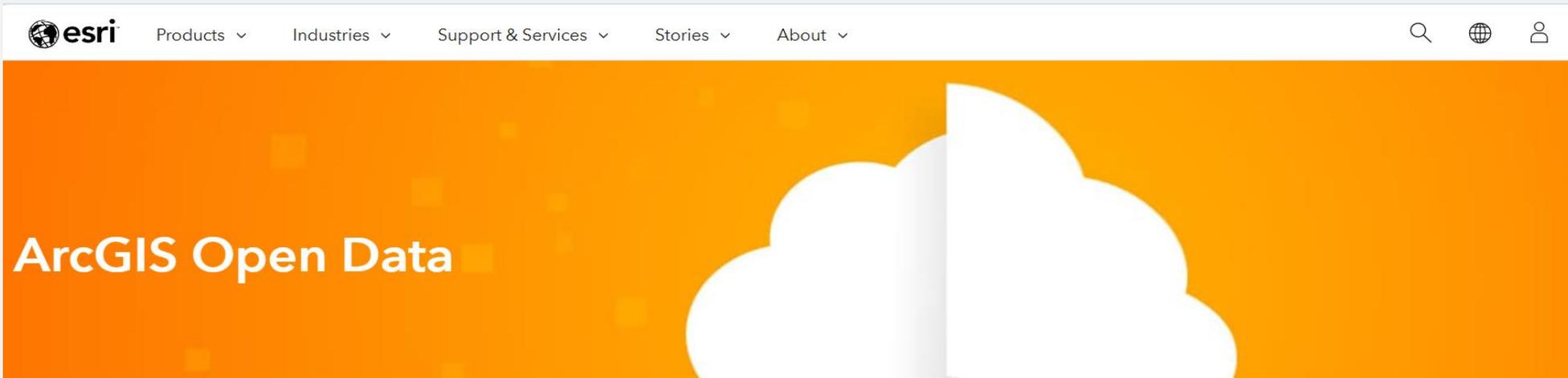
3. Данные [Viewfinder Panoramas](#) – это некоммерческий веб-сайт, созданный и поддерживаемый энтузиастом, который предоставляет бесплатные, высококачественные цифровые модели рельефа (ЦМР или DEM) и панорамные фотографии горных регионов со всего мира.

## WELCOME TO VIEWFINDER PANORAMAS

**Panoramas** Downloadable computer drawn panoramas from viewpoints. More than 200 panoramas from selected viewpoints can be downloaded from here. Last update 24 December 2011 with addition of new summits in far north of Scotland. See also a **gallery** of samples alongside photographs from the same viewpoints. Last update 16 August 2018 with view from Wales to Scotland.

**Digital Elevation Models** There is free and **global** coverage at 3 arc seconds, with no serious voids or artifacts. Last update 15 May 2022 with addition of more and improved 1" DEM for Europe.

4. Данные [ArcGIS Open Data](#) – это платформа от компании Esri, позволяющая организациям создавать порталы открытых данных на базе своих геопространственных сервисов и приложений в ArcGIS Online. На этом сайте можно публиковать, просматривать, искать, загружать и использовать открытые наборы географических данных через удобный веб-интерфейс без программирования.



Главная

Содержание



Лекции

Лабораторные  
занятия

Назад

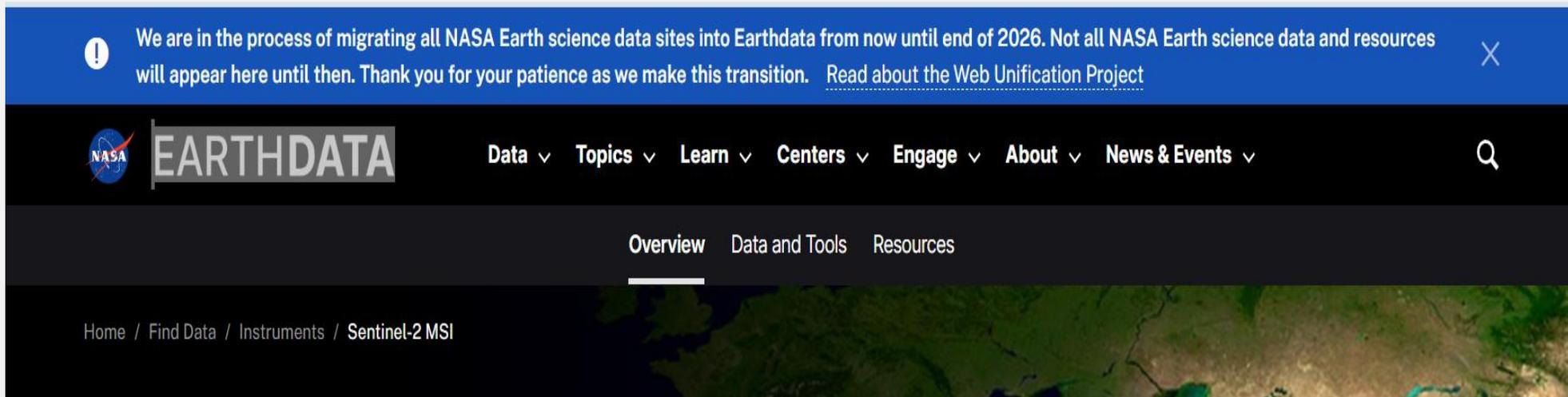
61

Закреть

5. Данные [ArcticDEM Explorer](#) – это веб-приложение, созданное для просмотра и анализа высококачественных цифровых моделей рельефа Арктического региона. Этот инструмент позволяет пользователям исследовать пространственные данные о высотах и изменениях ландшафта в Арктике с возможностью визуализации изменений во времени.



6. Данные [EarthData](#) – это сайт посвященный мультиспектральному изображению (MSI), которое выполняется спутниками Sentinel-2 Европейского космического агентства (ESA).



[Главная](#)

[Содержание](#)



[Лекции](#)

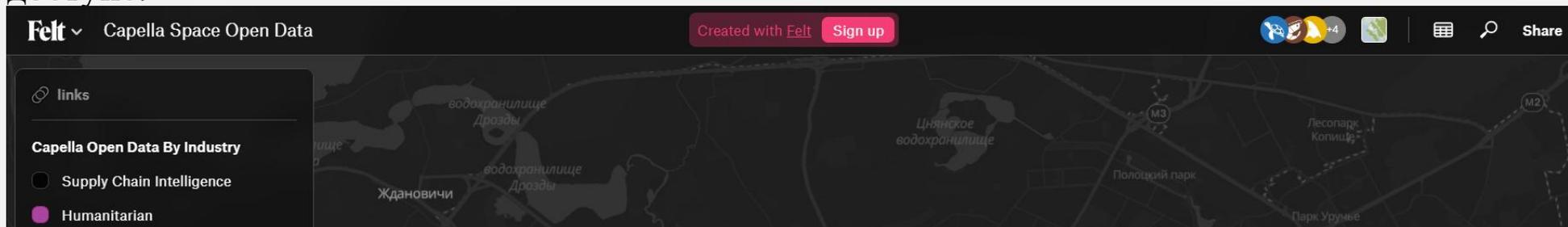
[Лабораторные занятия](#)

[Назад](#)

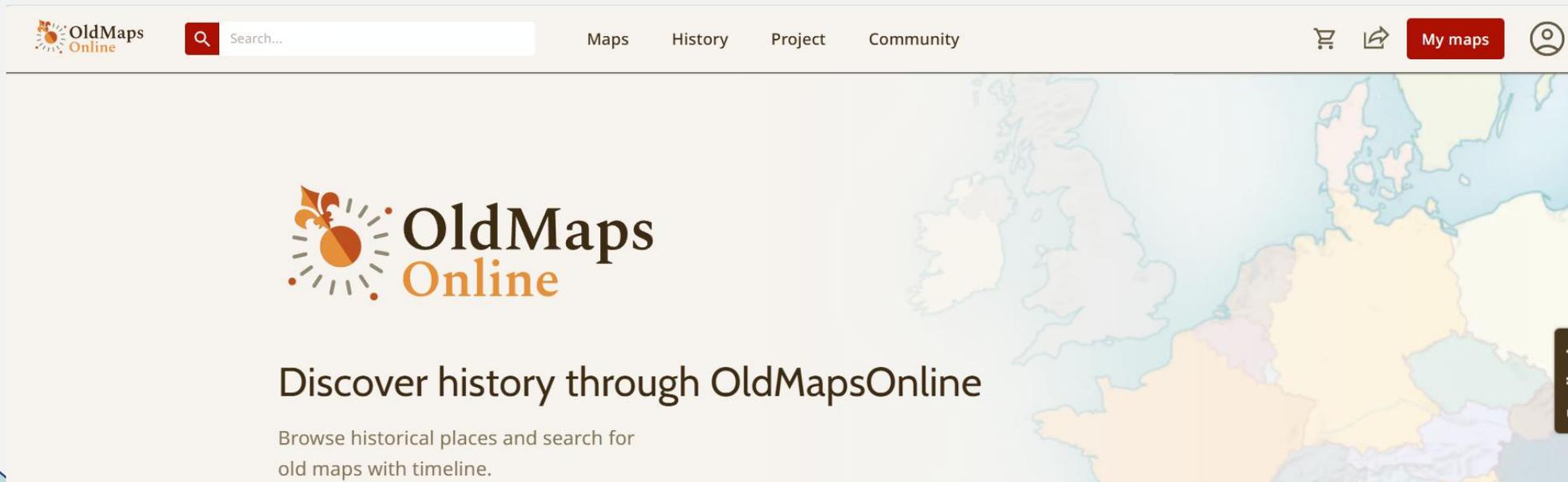
62

[Закреть](#)

7. Данные [Capella Space Open Data](#) – это коммерческий проект, который предоставляет очень детальные, но очень дорогие снимки, большая часть которых находится в закрытом доступе.



8. Данные [OldMapsOnline.org](#) – это крупнейший бесплатный поисковый портал исторических карт высокого разрешения из библиотек и архивов по всему миру. Сайт индексирует свыше 500 тысяч отсканированных карт, позволяя искать по геолокации, периоду времени и наложению на современные карты.



[Главная](#)

[Содержание](#)



[Лекции](#)

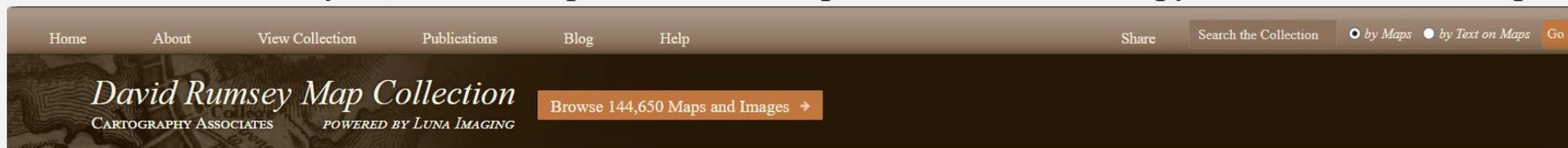
[Лабораторные занятия](#)

[Назад](#)

63

[Закреть](#)

9. Данные Коллекция карт Дэвида Рамси» – это крупнейший онлайн-архив с более чем 144 000 оцифрованных исторических карт и изображений с XVI по XXI век. Коллекция охватывает карты Северной и Южной Америки, Европы, Азии, Африки и мира, включая атласы, глобусы, морские карты и рукописные карты.



10. Данные [University of Texas library](#) – это главная библиотечная система Университета Техаса в Остине с коллекциями свыше 10 млн томов, включая одну из крупнейших онлайн-коллекций карт Perry-Castañeda Library Map Collection (более 350 000 предметов). Сайт предоставляет доступ к цифровым журналам, базам данных и историческим картам мира, с фокусом на геоданные от 1900-х годов до современности.



11. Данные [Ретромап](#) – российский портал со старыми картами городов России и зарубежья, предлагающий наложение геореференцированных сканов XIX–XX веков на современные карты Яндексa для анализа изменений. Сайт индексирует сотни тысяч листов топографических, военных и городских карт в высоком разрешении, с поиском по региону и масштабу.



Главная

Содержание



Лекции

Лабораторные занятия

Назад

64

Закреть

12. Данные Подвижная карта – это интерактивная «подвижная карта» Беларуси, объединяющая современные (Google Maps, OSM) и исторические слои вроде РККА, WIG, трехверстки и немецких карт.



#### 4. Национальная инфраструктура пространственных данных.

Национальная инфраструктура пространственных данных (НИПД) – взаимосвязанная совокупность организационной структуры, технических и программных средств, наборов базовых пространственных данных и наборов тематических пространственных данных, метаданных, сервисов, соглашений о доступе, обмене и использовании таких наборов пространственных данных, обеспечивающая посредством информационно-коммуникационных технологий доступ поставщиков и пользователей к распределенным информационным ресурсам Республики Беларусь, содержащим наборы пространственных данных, а также распространение и обмен наборами пространственных данных в сети Интернет.

Основными препятствиями для обмена пространственными данными в Беларуси являются: несогласованность пространственных данных из различных источников между собой; многие пространственные данные представлены в аналоговом виде; затраты времени и средств на поиск пространственных данных, оценку их качества и определение пригодности их использования.



[Главная](#)

[Содержание](#)



[Лекции](#)

[Лабораторные занятия](#)

[Назад](#)

65

[Закреть](#)

Национальная инфраструктура пространственных данных нацелена на создание условий для эффективного поиска, доступа к распределенным ресурсам, содержащим пространственные данные, а также их распространения и обмена между государственными органами и организациями, субъектами хозяйствования, гражданами посредством современных информационно-коммуникационных технологий.

Правое обеспечение функционирования национальной инфраструктуры пространственных данных регламентируется Законом Республики Беларусь «О геодезической и картографической деятельности».

Типовыми компонентами национальной инфраструктуры пространственных данных являются:

*пространственные данные* – данные о пространственных объектах, включающих сведения об их форме, местоположении и свойствах, в том числе представленные с использованием координат;

*наборы пространственных данных* – идентифицируемая совокупность пространственных данных, записанная в цифровом (машиночитаемом) формате;

*сервисы* – программные средства, предоставляющие удаленный доступ к набору пространственных данных и возможность выполнять операции поиска, загрузки, преобразования пространственных данных, метаданных о наборе пространственных данных и иные операции с такими данными в географических информационных системах, географических информационных ресурсах;

*метаданные* – сведения о наборах пространственных данных, сервисах для этих наборов, обеспечивающие их идентификацию, поиск, оценку и использование;



[Главная](#)

[Содержание](#)



[Лекции](#)

[Лабораторные занятия](#)

[Назад](#)

66

[Закреть](#)

*национальный геопортал* – государственная географическая информационная система, выполняющая роль общей точки доступа к сервисам НИПД, обеспечивающей с использованием глобальной компьютерной сети Интернет доступ пользователей к информации для поиска наборов пространственных данных и сервисов для этих наборов по их метаданным.

Эффект от создания национальной инфраструктуры пространственных данных: эффективный поиск наборов ПД; снижение себестоимости создания ПД; доступность официальных наборов ПД; устранение дублирования работ и необоснованного расходования средств; повышение обоснованности принятых решений на основе официальных, достоверных, точных, актуальных и совместимых ПД; развитие отечественной картографии, укрепление национальной безопасности, импортозамещение; повышение осведомленности граждан, бизнеса о ПД, повышение инвестиционной привлекательности государства; развитие рынка геоинформационных услуг, бизнес-приложений, основанных на пространственных данных.

К основным принципам функционирования национальной инфраструктуры пространственных данных относятся: создание ПД владельцами этих данных; ответственность поставщика за ПД, их обновление; интероперабельность (взаимная совместимость) наборов ПД; единая точка доступа – Национальный геопортал; соглашение оператора Национального геопортала с поставщиком ПД о доступе, обмене и использовании наборов ПД; условия предоставления ПД определяет их владелец; мониторинг НИПД.

В настоящее время в Беларуси существует ряд информационных ресурсов и систем разных министерств и ведомств, содержащих пространственные данные. Ниже они и описаны в разрезе ключевых ведомств и их систем:



[Главная](#)

[Содержание](#)



[Лекции](#)

[Лабораторные занятия](#)

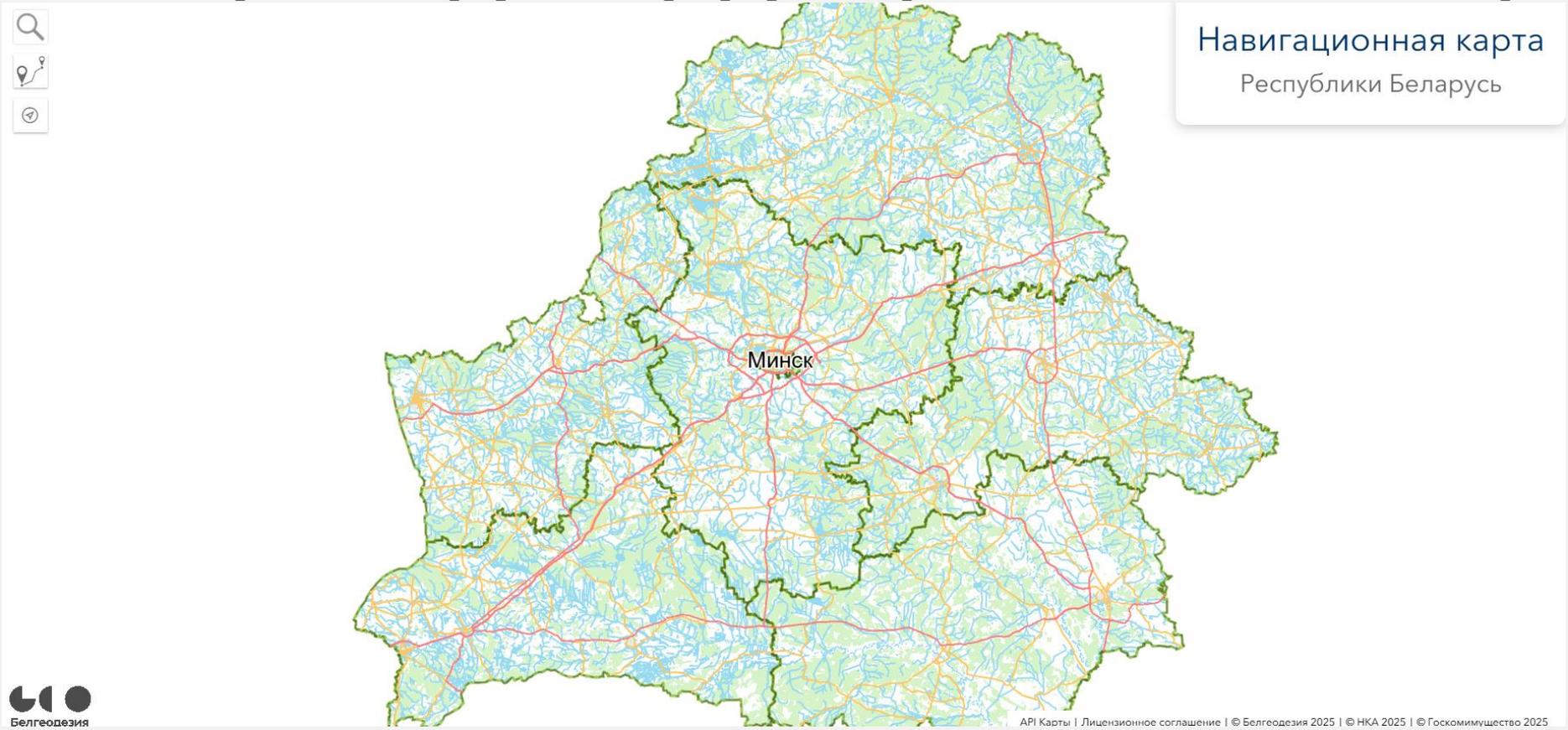
[Назад](#)

67

[Закреть](#)

Информационные ресурсы системы Госкомимущества:

Навигационная карта – предназначена для использования в навигационных географических информационных системах, интеллектуальных транспортных системах, системах персональной и мониторинговой навигации автотранспорта, а также при интеграции и оптимизации функционирования существующих и перспективных средств и систем навигации. Ресурс включает в себя сведения об административно-территориальном делении, строениях, дорожном графе, гидрографии, растительности, точках интереса.



[Главная](#)

[Содержание](#)



[Лекции](#)

[Лабораторные занятия](#)

[Назад](#)

68  
[Закреть](#)

Геопортал земельно-информационной системы Республики Беларусь – интернет-ресурс, который является единой точкой доступа ко множеству информационных ресурсов с инструментами просмотра, поиска геопространственной информации, ее визуализации, загрузки, распространения и поиска геосервисов.

Целью создания геопортала ЗИС является подготовка и представление информации для поддержки принятия решений по организации эффективной работы в области землеустройства, геодезии, картографии, земельного, лесного кадастра и кадастра недвижимости, градостроительства и архитектуры, телекоммуникаций, обслуживания трубопроводов, добычи и транспортировки нефти и газа, электрических сетей, экологии и природопользования, геологии и геофизики, железнодорожного и автомобильного транспорта, банковского дела, образования, государственного управления за счет автоматизации обработки геопространственных данных на основе современных ГИС-технологий.



[Главная](#)

[Содержание](#)



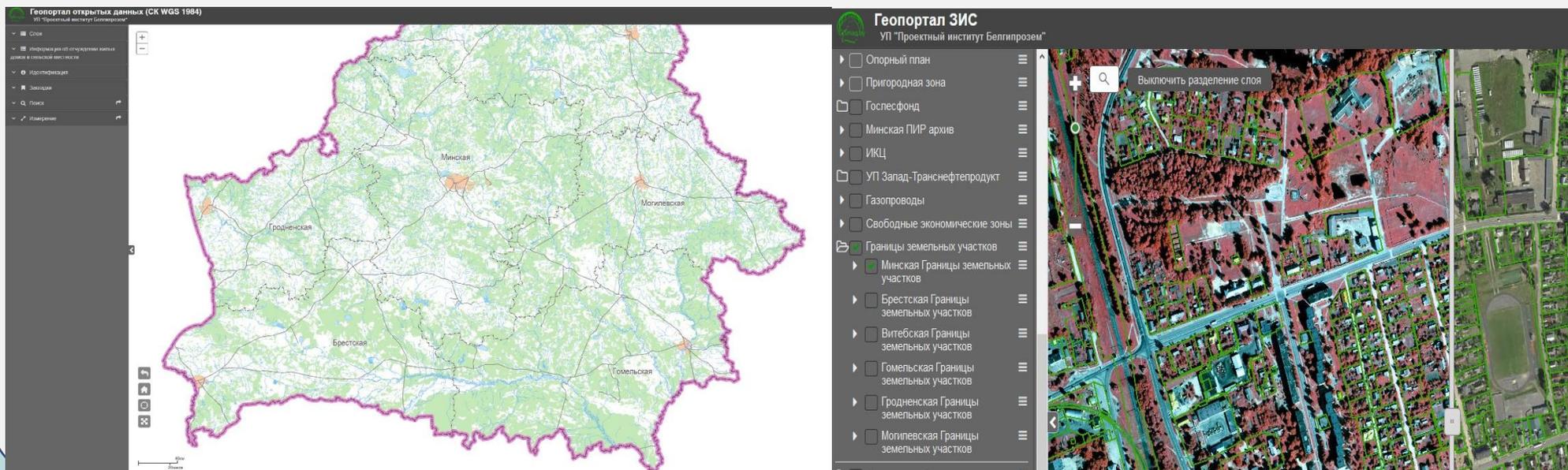
[Лекции](#)

[Лабораторные занятия](#)

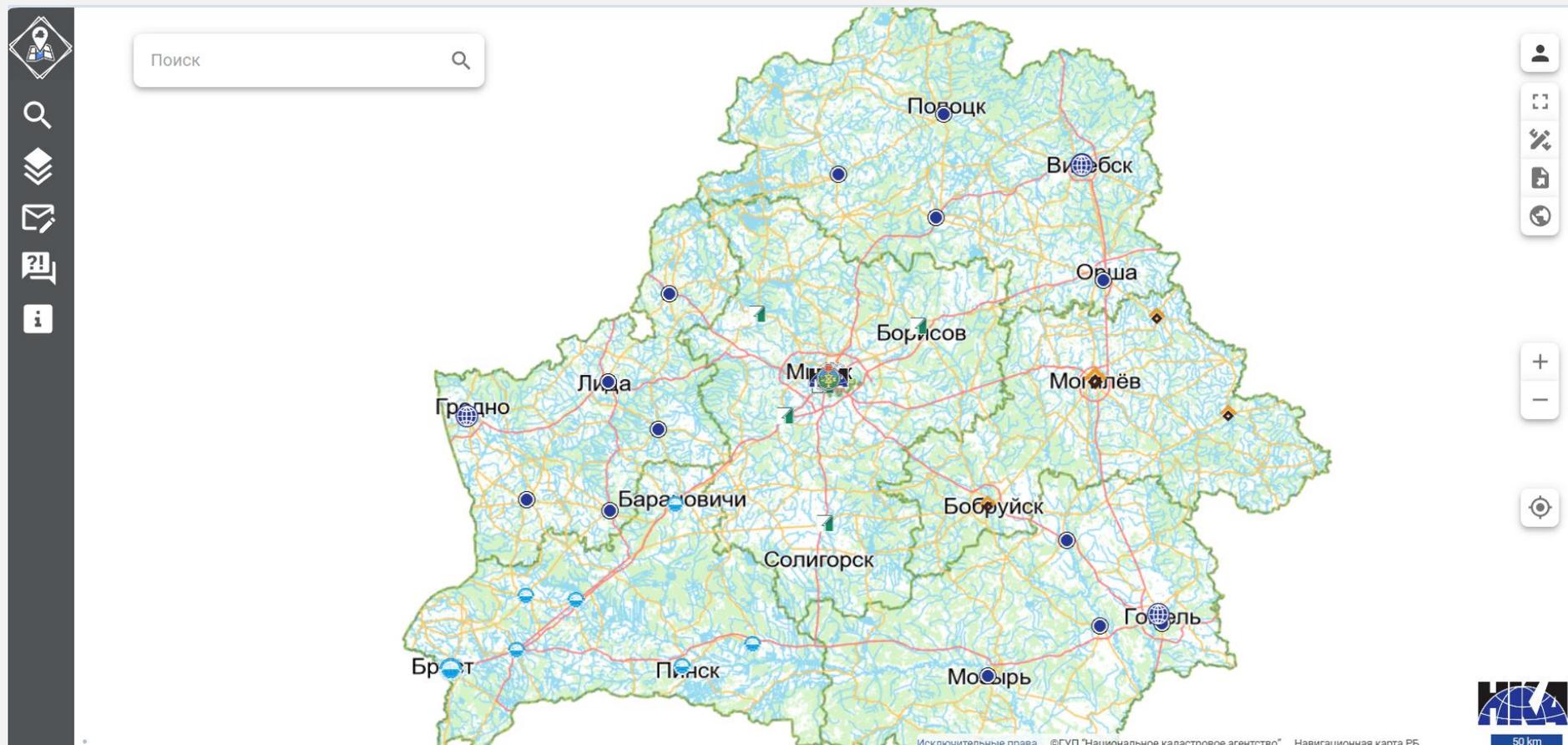
[Назад](#)

69

[Закреть](#)



Публичная кадастровая карта Республики Беларусь – геоинформационная система, предназначенная для ознакомления землепользователей, иных заинтересованных лиц с общедоступными пространственными и другими данными из реестров и регистров государственного земельного кадастра, а также с иными пространственными данными по согласованию с их правообладателями.



[Главная](#)

[Содержание](#)



[Лекции](#)

[Лабораторные занятия](#)

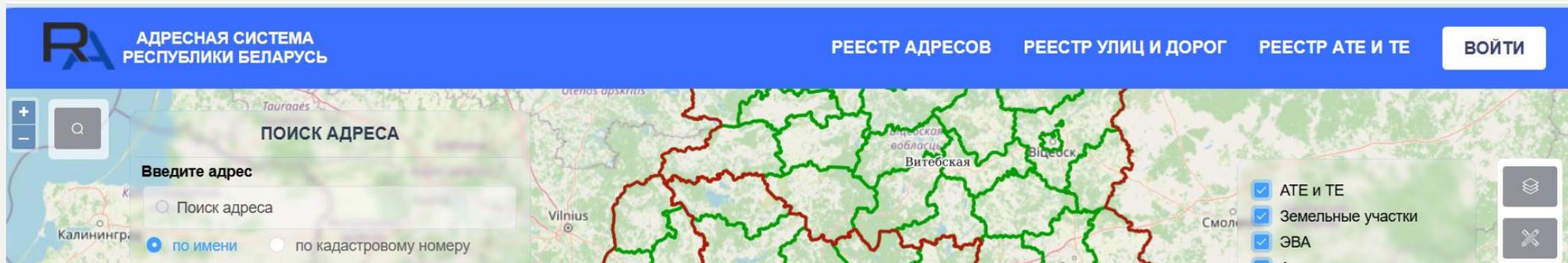
[Назад](#)

70

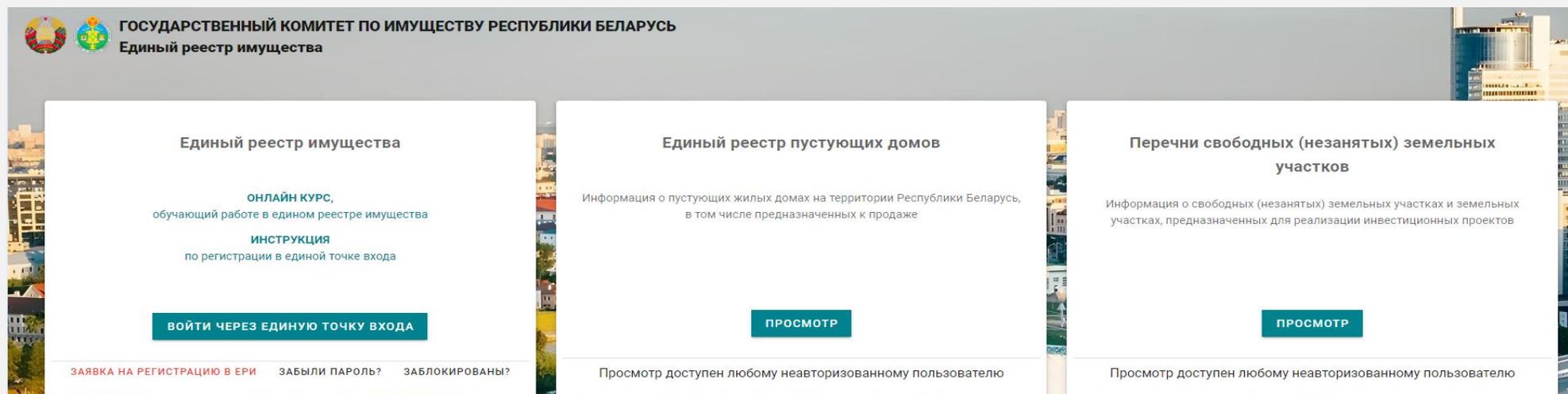
[Закреть](#)



Адресная система – информационная система, включающая в себя реестр адресов Республики Беларусь и единый реестр административно-территориальных и территориальных единиц Республики Беларусь.



Единый реестр государственного имущества – это государственная информационная система, обеспечивающая централизованный учет, хранение и предоставление сведений о недвижимом имуществе, правах на него, ограничениях (обременениях), а также о совершенных сделках.



Главная

Содержание



Лекции

Лабораторные занятия

Назад

72

Закреть

Геопортал Госкартгеофонда – служит для автоматизации поиска сведений о планируемых, выполняемых и выполненных картографо-геодезических, земельно-кадастровых, аэро- и других работах, удаленного пополнения базы данных.

The screenshot shows the Geoportal Goskartgeofonda interface. At the top, there is a search bar and navigation tabs for 'Поиск места', 'Карта', 'Управление', and 'Настройки'. The main area displays a map of Belarus with a grid overlay. A 'Управлять слоями' (Manage Layers) panel is open on the right, showing a layer 'M200000 (gn:mapnet\_fresh)' and options for 'Карта-подложка: OpenStreetMap' and 'Карта по умолчанию'. Below the map, a search bar contains 'M200000' and a table of map sheet data is displayed.

Номенклатура	Вид_данных	Масштаб	Дата_местности_1	Дата_местности_2	СК	Формат	Носитель	Инв_№	Место_хранения
N-35-XV	ГЭ	1:200000	2016	2016	СК-42	цвет.изобр.	румяга	-	ГКГЦ-Минск
N-35-XV	ЦТК	1:200000	2016	2016	СК-95	SXF	CD	2455	ГКГЦ-Минск
N-35-XV	ИО	1:200000	2016	2016	СК-95	AI,PDF	CD	2456	ГКГЦ-Минск

At the bottom of the table, it indicates 'Записи с 1 по 10 из 12' and '10 записей на страницу'.



[Главная](#)

[Содержание](#)



[Лекции](#)

[Лабораторные занятия](#)

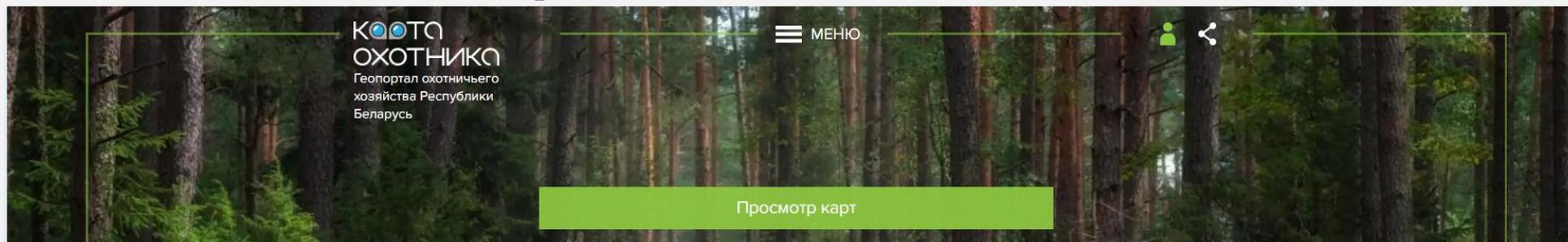
[Назад](#)

73

[Закреть](#)

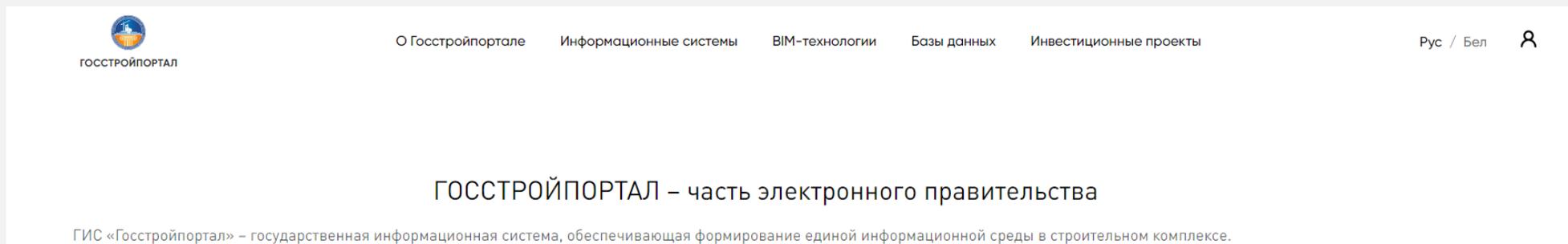
## Информационные ресурсы Министерства лесного хозяйства:

- лесной кадастр, карты лесоустройства, мониторинг состояния лесов;
- [карты и материалы охотоустройства](#);
- лесопатологический мониторинг.



## Информационные ресурсы Министерства архитектуры и строительства:

- [градостроительный кадастр \(градостроительные и строительные проекты, красные линии улиц, регламенты застройки и т.п.\)](#);
- материалы крупномасштабных инженерно-геодезических изысканий (топографические планы масштабов 1:500, 1:1 000 с инженерными сетями);
- [госстройпортал](#).



Главная

Содержание



Лекции

Лабораторные занятия

Назад

74

Закреть

Информационные ресурсы Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды:

- [кадастр недр](#), базы данных сейсмической, геофизической, гравиметрической, аэромагнитной и буровой изученности территории Республики Беларусь;
- [реестр Национальной системы мониторинга окружающей среды Республики Беларусь](#);
- [водный кадастр](#);
- [реестр особо охраняемых природных территорий](#);
- [кадастр животного мира, кадастр растительного мира](#);
- кадастр атмосферного воздуха, кадастр парниковых газов;
- [климатический кадастр, Метеопортал](#);
- зоны санитарной охраны опасных объектов;
- [кадастр отходов](#).



[Главная](#)

[Содержание](#)



[Лекции](#)

[Лабораторные занятия](#)

[Назад](#)

75

[Закреть](#)

[Главная](#) [О ресурсе](#) [Предложения и замечания](#)

Выбрать язык:  Русский

Наименование термина

<b>БЕЛ</b>	ДЗЯРЖАЎНЫ КЛІМАТЫЧНЫ КАДАСТР
<b>РУС</b>	ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КЛИМАТИЧЕСКИЙ КАДАСТР
<b>ENG</b>	STATE CLIMATE REGISTRY

Эталонное нормативное определение (1)

Государственный климатический кадастр – систематизированный свод данных, основанный на гидрометеорологической информации о совокупности атмосферных условий, характерных для определенной территории в силу ее географического положения.

Ст. 1 Закона Республики Беларусь 9 января 2006 г. № 93-З "О гидрометеорологической деятельности", с изменениями и дополнениями, утвержденными Законом Республики Беларусь от 10 декабря 2020 г. № 64-З

## Информационные ресурсы Министерства транспорта и коммуникаций:

- кадастр автомобильных дорог общего пользования и объектов на них;
- кадастр железных дорог и объектов на них;
- кадастр внутренних водных путей и объектов на них.

## Информационные ресурсы Министерства энергетики:

- сведения по инженерным сетям (нефте-, газотрубопроводы, электросети).

## Информационные ресурсы Министерства сельского хозяйства:

- реестр мелиоративных систем и отдельно расположенных гидротехнических сооружений.

## Информационные ресурсы Министерства культуры:

- [список историко-культурных ценностей](#).



Главная

Содержание



Лекции

Лабораторные  
занятия

Назад

76

Закреть



ДЗЯРЖАЎНЫ СПІС ГІСТОРЫКА-КУЛЬТУРНЫХ КАШТОЎНАСЦЕЙ РЭСПУБЛІКІ БЕЛАРУСЬ

ДЗЯРЖАЎНЫ СПІС ГІСТОРЫКА-КУЛЬТУРНЫХ КАШТОЎНАСЦЕЙ РЭСПУБЛІКІ БЕЛАРУСЬ

з'яўляецца асноўным дакументам дзяржаўнага ўліку гісторыка-культурных каштоўнасцей Рэспублікі Беларусь і рэгіструецца ў Дзяржаўным рэгістры інфармацыйных рэсурсаў

Увядзіце назву ці адрас

Параметры

Пошук

ШЫФР	НАЗВА	ДАТАВАННЕ	МЕСЦА ЗНАХОДЖАННЯ	КАТЭГОРЫЯ	РАДА	ДЗЯРЖАЎНЫ ОРГАН	РАЗДЗЕЛ
110D000001	Геадэзічная дуга Струве:	XIX стагоддзе	Брэсцкая вобласць, Драгічынскі раён, Іванаўскі раён, Івацэвіцкі раён	0	рашэнні Рады 30.04.2002 № 73 22.02.2012 № 190 13.09.2012 № 196 24.10.2018 № 04-01-02/11	пастановы Савета Міністраў 14.05.2007 № 578 02.08.2016 № 607 пастанова Міністэрства культуры 19.03.2019 № 17	нерухомая матэрыяльная ГКК
	1. пункт «Белін астра»		Брэсцкая вобласць, Драгічынскі раён, паўднёва-ўсходняя частка в. Белін	без катэгорыі	рашэнні Рады 30.04.2002 № 73 22.02.2012 № 190 13.09.2012 № 196	пастановы Савета Міністраў 14.05.2007 № 578 02.08.2016 № 607 пастанова Міністэрства культуры	нерухомая матэрыяльная ГКК
	2. пункт «Ляскавічы»		Брэсцкая вобласць, Іванаўскі раён, 0,6 км на поўдзень ад паўднёва-ўсходняй ускраіны в. Ляскавічы	без катэгорыі	рашэнні Рады 30.04.2002 № 73 22.02.2012 № 190 13.09.2012 № 196	пастановы Савета Міністраў 14.05.2007 № 578 02.08.2016 № 607 пастанова Міністэрства культуры	нерухомая матэрыяльная ГКК
	3. пункт «Чэкуцк»		Брэсцкая вобласць, Іванаўскі раён, 0,6 км на паўночны ўсход ад усходняй ускраіны в. Шчакоцк	без катэгорыі	рашэнні Рады 30.04.2002 № 73 22.02.2012 № 190 13.09.2012 № 196	пастановы Савета Міністраў 14.05.2007 № 578 02.08.2016 № 607 пастанова Міністэрства культуры	нерухомая матэрыяльная ГКК

Информационные ресурсы Министерства по чрезвычайным ситуациям:

- геопортал МЧС (мониторинг пожаров, наводнений, других чрезвычайных ситуаций).

Информационные ресурсы Министерства обороны:

- зоны запрета/ограничения полетов авиации и беспилотных летательных аппаратов.

Информационные ресурсы Государственного пограничного комитета:

- пограничная зона и пограничная полоса.



*Главная*

*Содержание*



*Лекции*

*Лабораторные  
занятия*

*Назад*

**77**

*Закреть*

## ТЕМА 4. Введение в геоинформационный и пространственный анализ

1. [Отличие геоинформационного анализа от пространственного.](#)
2. [Основы пространственного анализа.](#)

### 1. **Отличие геоинформационного анализа от пространственного.**

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

*Пространственный анализ* – группа функций, обеспечивающих анализ размещения, связей и иных пространственных отношений пространственных объектов, включая анализ зон видимости, анализ соседства, анализ сетей, создание и обработку цифровых моделей рельефа, пространственный анализ объектов в пределах буферных зон и др.

Пространственный анализ является одним из основных методов анализа данных, применяемых в геоинформатике. Это набор алгоритмов (функций), обеспечивающих анализ местоположения, связей и иных пространственных отношений пространственных объектов, включая анализ зон видимости, соседства, сетей, создание и обработку цифровых моделей рельефа.

Пространственный анализ в совокупности с геомоделированием составляют основу геоинформационного анализа.

Градостроители работают с пространством и пространственными данными. Для решения различных пространственных задач используется геоинформационный анализ.

Геоинформация – это координированная информация о геопространстве и его объектах в цифровой компьютерно-воспринимаемой форме, предназначенная в качестве исходного материала для моделирования геопространства.



Главная

Содержание



Лекции

Лабораторные  
занятия

Назад

78

Закреть

Пространственный анализ относится к изучению объектов путем: изучения объектов пространственных данных, оценки объектов пространственных данных, моделирования объектов пространственных данных.

Объекты пространственных данных должны раскрывать геометрические или географические свойства данных.

## **2. Основы пространственного анализа.**

Пространственный анализ является важнейшим компонентом ГИС. В основном он используется для определения целесообразности размещения определенных систем. Это позволяет пользователям моделировать проблемы и находить комплексные решения, с которыми связаны географические атрибуты. Пространственный анализ проводится в три этапа:

*1. Сбор данных.* Сбор данных имеет основополагающее значение для процесса пространственного анализа. Этот этап включает в себя сбор данных из различных источников, включая устройства дистанционного зондирования, такие как ЛидАР (обнаружение света и определение дальности) и бортовые системы.

*2. Анализ данных.* На втором этапе собранные данные анализируются вручную, при помощи скриптов или с использованием решений искусственного интеллекта и машинного обучения для получения результатов. Более того, можно обучить модели машинного обучения обнаруживать объекты или структуры в определенной области при анализе миллионов изображений.

*3. Представление данных.* Представление данных после анализа может занять много времени, поскольку необходимо выделить важнейшие элементы, раскрывающие результаты. Такие задачи облегчаются с помощью инструментов визуализации данных, которые используют таблицы,



[Главная](#)

[Содержание](#)



[Лекции](#)

[Лабораторные занятия](#)

[Назад](#)

79

[Закреть](#)

диаграммы и графики для проецирования соответствующих данных и общения с заинтересованными сторонами.

Пространственный анализ направлен на выявление закономерностей между различными функциональными объектами – зданиями, улицами, общественными пространствами, или целыми городами. Сопоставление этих объектов и визуализация их свойств помогают быстро определить особенности территории и приоритетные направления ее развития.

Для проведения анализа необходимо минимум два информационно наполненных слоя. Эта информация должна поддаваться классификации и визуализации таким образом, чтобы при наложении слоев можно было сделать выводы.

С использованием методов пространственного анализа можно оценить:

- влияние объекта на территорию (например, влияние зоны объекта культурного наследия на возможность размещения жилой застройки);
- влияние территории на объект (например, положительное влияние общественных пространств на привлекательность коммерческого объекта в шаговой доступности);
- отношение объектов друг к другу (например, рейтинг городских районов по степени комфорта).

Методы пространственного анализа позволяют нам изучать *пространственные отношения*.

Пространственные отношения определяют взаимодействие объектов в пространстве. Они могут основываться на расстоянии, направлении или пространственной ассоциации. Анализ этих отношений позволяет определять зоны влияния объектов, выявлять потенциальные конфликты и оптимизировать маршруты.



[Главная](#)

[Содержание](#)



[Лекции](#)

[Лабораторные занятия](#)

[Назад](#)

80

[Закреть](#)

Ключевые аспекты анализа пространственных данных включают пространственное соединение, объединение, пересечение объектов и изменение расстояний между ними. Эти операции позволяют проводить комплексный анализ географических данных и выявлять скрытые закономерности.

Наиболее распространенными инструментами пространственного анализа являются:

- пространственное пересечение – определение геометрического пересечения между объектами;
- пространственное соединение – соединение данных из разных наборов на основе географического положения;
- пространственное объединение – вычисление геометрического объединения.

Пространственный анализ в сфере градостроительства применяется для:

*оценки доступности* (например, оценки доступности общественного транспорта, или остановок общественного транспорта, оценки пешеходной доступности, анализа связности улично-дорожной сети и т.п.);

*оценки обеспеченности* (например, расчета технико-экономических показателей, оценки рекреационных пространств и их вместимости и т.п.);

*социально-экономического анализа* (например, анализа объектов интереса и их доступности, расчета плотности застройки, функционального зонирования, территориального зонирования и т.п.);

*культурно-исторического анализа* (например, выявления объектов культурного наследия и установления зон их охраны, [анализа возраста домов](#), анализа категорий объектов культурного наследия и т.п.);



Главная

Содержание



Лекции

Лабораторные  
занятия

Назад

81

Закреть

*изучения архитектурно-градостроительной ситуации* (например, анализа высотности, плотности, объемно-планировочной структуры, архитектурных особенностей зданий в окружении; оценки планировочной структуры – изучения сложившейся уличной сети, размещения открытых пространств, объектов социальной инфраструктуры; определение доминирующих функций в окружении, из взаимосвязей и влияния на проектируемый объект);

*анализа визуальных связей и видовых раскрытий* (например, выявления ключевых точек обзора, с которых открываются наиболее интересные виды на участок и окружающую застройку; определения направлений визуальных связей, которые формируют композиционные оси и акценты на пространстве; анализа существующих архитектурных и природных доминант, их влияния на визуальное восприятие и композицию будущего проекта);

*анализа окружающей застройки* (выявления и изучения объектов культурного наследия, расположенных на территории, или в непосредственной близости; анализа расположения музеев, галерей, творческих кластеров, влияющих на судьбу человека; изучения истории развития территории и ее роли в жизни города, традиций и событий, связанных с данным местом;

*оценки транспортной доступности и логистики* (анализа существующих автомобильных дорог, их категорий, пропускной способности и направлений движения; оценки доступности станций метро, остановок общественного транспорта, маршрутов и частоты движения; изучение пешеходных маршрутов, их безопасности и комфортности для передвижения).



[Главная](#)

[Содержание](#)



[Лекции](#)

[Лабораторные занятия](#)

[Назад](#)

82

[Закреть](#)

## ТЕМА 5. Геоинформационный анализ для решения градостроительных задач

1. [Функции работы с базами пространственных и атрибутивных данных. Картометрические функции.](#)
2. [Геокодирование.](#)
3. [Создание моделей поверхностей.](#)
4. [Построение буферных зон.](#)
5. [Оверлейные операции.](#)
6. [Сетевой анализ.](#)
7. [Агрегирование данных.](#)
8. [Зонирование.](#)
9. [Специализированный анализ.](#)

### 1. Функции работы с базами пространственных и атрибутивных данных. Картометрические функции.

Функции работы с базами пространственных и атрибутивных данных позволяют обрабатывать, классифицировать, кластеризировать, редактировать и проводить любой вид анализа с имеющимися данными. Они включают:

- 1 – редактирование структуры базы данных;
- 2 – ввод данных, обновление, редактирование, генерацию производной информации на основе выполненного пространственного анализа, моделирования, пространственных и атрибутивных запросов;
- 3 – поиск (выборка) объектов по определенному условию (критерию);
- 4 – формирование и редактирование данных;



[Главная](#)

[Содержание](#)



[Лекции](#)

[Лабораторные занятия](#)

[Назад](#)

83

[Закреть](#)

5 – анализ и автоматическую корректуру топологической корректности пространственных данных (определение самопересечений, наложений площадных объектов, пустот между объектами, недоводов линейных объектов, избыточных узлов и т.п.).

Картометрические функции заключаются в расчете площадей, длин, периметров, поверхностей, объемов, углов наклона, экспозиции склонов, зон видимости. Реализовать картометрические функции позволяет алгоритмические и математический аппарат ГИС.

## 2. Геокодирование.

Геокодирование – метод и процесс позиционирования пространственных объектов относительно некоторой системы координат и их атрибутов, осуществляемый путем установления связей между непространственными базами данных и позиционной частью базы данных ГИС.

В качестве примера геокодирования можно привести анализ демографии Москвы по районам (рис. 29). Векторная модель районов Москвы с информацией о демографическом составе каждого из них была «привязана» к карте именно при помощи точного геокодирования. Также при помощи инструментов QGIS был проведен сравнительный анализ демографического состава Москвы по районам.

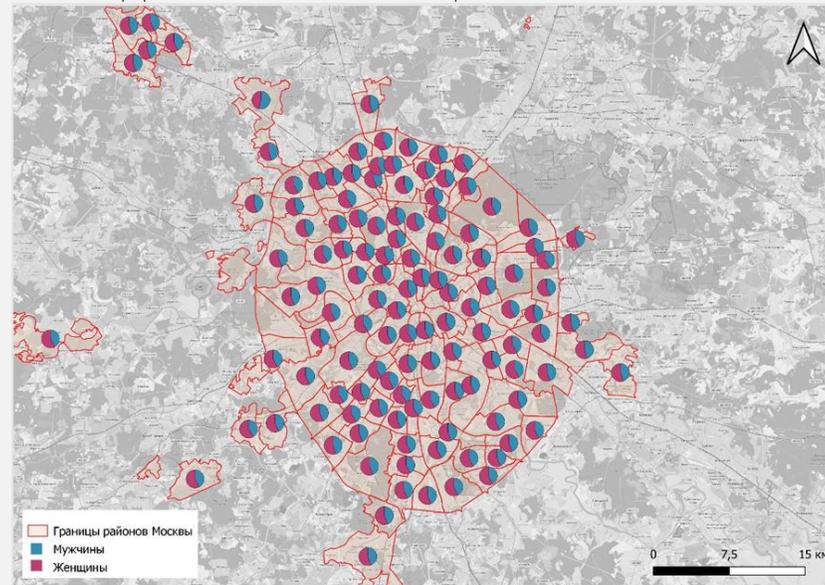


Рис. 29 – Пример геокодирования (Источник – материалы курсов НИУ МГСУ «Геоаналитика для решения задач градостроительного анализа»)



[Главная](#)

[Содержание](#)



[Лекции](#)

[Лабораторные занятия](#)

[Назад](#)

84

[Закреть](#)

Геокодирование широко применяется в тех сферах, где входящая информация поступает массово, но не имеет прямой географической привязки.

Принято различать два вида геокодирования:

*Прямое.* Позволяет получить координаты из адресов. Например, ввести «ул. Советская, 4» и геокодер вернет координаты в формате 55.56789, 37.87654, отразит точку на карте и покажет другие атрибуты связанные с этой точкой.

*Обратное.* Преобразование широты и долготы в адрес. Используется, когда нужно узнать адрес по местоположению мобильного устройства или для отображения адреса при выборе точки на карте.

Для обеспечения геокодирования необходимо иметь:

- Обширную и постоянно обновляемую базу пространственных данных, где каждому адресу сопоставлены географические координаты.
- Подсистему парсинга адреса, которая преобразует поданную на вход текстовую строку в вид, пригодный для автоматического распознавания геокодером.

Прежде чем начинать «пакетное» геокодирование необходимо взять несколько отдельных адресов из списка и проверить, насколько хорошо работает сервис распознавания адресов Nominatim.

Поведение системы зависит от того, насколько успешно парсер смог «прочитать» адрес. Если вся строка адреса распознана корректно, то в окне карты будет отображен объект, соответствующий найденному адресу.

Оперативное и достоверное геокодирование представляет большой интерес для различных групп пользователей – от служб доставок до спасателей и полиции.



[Главная](#)

[Содержание](#)



[Лекции](#)

[Лабораторные занятия](#)

[Назад](#)

85

[Закреть](#)

Для обеспечения пригодности результатов геокодирования требуется создать и поддерживать в актуальном состоянии обширную базу пространственных данных, а также предусмотреть надёжный интерфейс для обращения к сервису.

Существует ряд коммерческих сервисов, предоставляющих услуги геокодирования: PickPoint, MapQuest, LocationIQ. Почти у всех из них есть «демонстрационный» бесплатный режим с ограничением по количеству запросов.

Крупные картографические интернет-сервисы, такие, как Google Maps или Яндекс.Карты, предоставляют свои сервисы геокодирования на похожих условиях.

Из открытых решений популярностью пользуется сервис Nominatim, использующий данные OpenStreetMap. Результаты геокодирования с помощью Nominatim проигрывают в точности и оперативности результатам коммерческих сервисов (по понятным причинам), но всё же пригодны для использования в научных и учебных целях.

### **3. Создание моделей поверхностей.**

Рельеф – это основа для огромного количества исследований, имеющих пространственный компонент. Основной вид данных о рельефе, используемый в компьютерную эру – цифровые модели рельефа.

Цифровая модель рельефа (ЦМР) – не самый однозначный термин в картографии или в геоинформатике. В самом общем виде это массив точек с координатами  $X$  и  $Y$ , для которых определены высотные отметки ( $Z$ ). В учебной литературе, например, в учебнике А.М. Берлянта «Картография», подразумевается, что ЦМР может быть и векторным слоем: какой-либо регулярной или нерегулярной сеткой точек или моделью на основе горизонталей.

Но вот на практике под ЦМР чаще всего имеют в виду именно вариант представления рельефа в растровом виде – как изображение с регулярной сеткой из прямоугольных пикселей,



[Главная](#)

[Содержание](#)



[Лекции](#)

[Лабораторные занятия](#)

[Назад](#)

86

[Закреть](#)

где у каждого пикселя имеется значение высоты.

В англоязычной литературе ЦМР называется Digital Elevation Model (DEM) и там ситуация та же самая: DEM – это растр. Горизонтали или изолинии (isolines) редко подразумеваются, когда используют понятие ЦМР.

Цифровые модели рельефа бывают двух основных видов (рис.30).

Digital Surface Model (DSM), или на русском языке цифровая модель поверхности (ЦМП) отражает высоту пикселя с учетом объектов, расположенных на поверхности земли: деревья, здания и т.д.

Digital Terrain Model (DTM) на русском языке называется цифровой моделью рельефа. Это модель рельефа, отражающая как раз отметки земли без объектов, которые на ней расположены: без деревьев, зданий и прочих предметов.

Очень важно понимать, какого вида ваша ЦМР, и включает ли она информацию о высоте объектов. Если вы хотите просто визуализировать рельеф в качестве фона для объектов карты, то это может не сыграть никакой роли в представлении территории. Но если вы хотите сделать анализ видимости, берете DSM, а потом к ней прибавляете высоты зданий, то это уже может вызвать вопросы, к которым надо быть готовыми.

Наиболее полезными операциями анализа рельефа, применяемыми в ГИС являются:

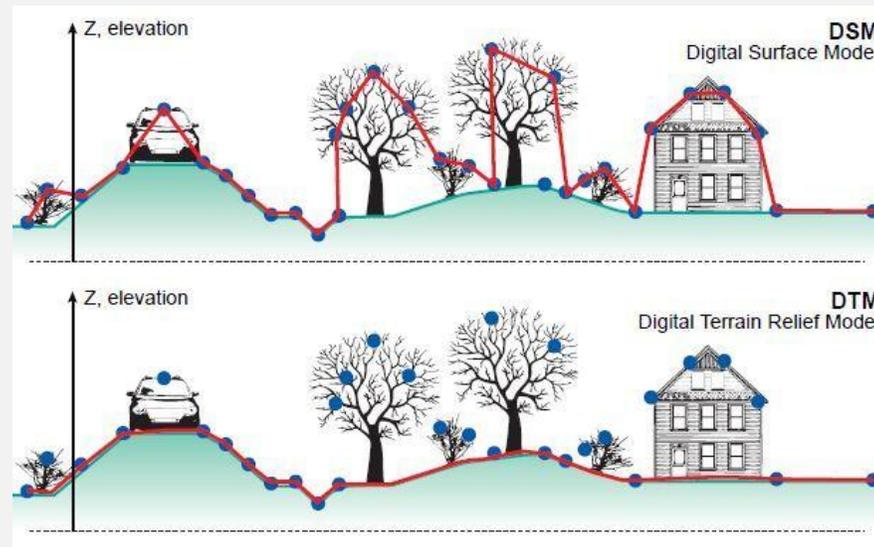


Рис. 30 – [Разница между DSM и DTM](#)



[Главная](#)

[Содержание](#)



[Лекции](#)

[Лабораторные занятия](#)

[Назад](#)

87

[Закреть](#)

1. Вычисление производных рельефа, таких как уклон и экспозиция склонов, которые расскажут гораздо больше, чем сама ЦМР. А плановая и профильная кривизна помогут, к примеру, проанализировать сток.

Уклон и экспозиция – это параметры рельефа, которые показывают крутизну склона и направление, на которое обращён склон. Такие параметры полезны в градостроительстве при планировании новой инфраструктуры, и для других задач, поскольку рельеф – один из определяющих элементов любого ландшафта

В QGIS, как и во многих других ГИС, есть алгоритмы для подсчёта крутизны и экспозиции: Slope и Aspect. А с помощью GRASS и r.slope.aspect можно задать больше параметров и еще определить плановую и профильную кривизну склона, которые показывают его выпуклость/вогнутость в двух направлениях.

2. Расчет [индекса расчлененности рельефа](#) поможет оценить изменчивость рельефа и выделить самые неровные участки.

3. Анализ видимости помогает выделить территории, откуда видно нужную локацию или которые видны из нужной точки.

Анализ видимости нужен, чтобы определить, какие территории мы можем увидеть из определенной точки или наоборот, откуда могут видеть нас или определенный объект. Практическое применение этого анализа разнообразно: например, он используется в строительстве, когда нам нужно не портить существующую композиционно-видовую панораму, либо же наоборот обеспечить лучший вид на объект. Такой анализ используют и при проектировании объектов телекоммуникации, вроде вышек связи, при проведении ландшафтных работ, в археологии и в других сферах. Автор инструмента для этого анализа в QGIS Зоран Чучкович (Zoran Čučković), создавал его как раз для использования в археологии.



[Главная](#)

[Содержание](#)



[Лекции](#)

[Лабораторные занятия](#)

[Назад](#)

88

[Закреть](#)

4. Ресемплинг – базовая операция, которая придаст ЦМР и ее производным нужное разрешение.

5. Визуализация рельефа. ЦМР можно превратить в изолинии или использовать теневого рельеф.

#### 4. Построение буферных зон.

Функция буферизации является одной из функций анализа территории и заключается в создании полигонов, границы которых отстоят на определенное расстояние от границ исходных объектов.

В ГИС буферные зоны представлены в виде векторных многоугольников (полигонов), построенных вокруг объектов. Они помогают определить, какие объекты находятся на определенном расстоянии от точки и сколько их, или наоборот помогают исключить территории из анализа.

Цель создания буфера – выявить и проанализировать пространственные отношения между объектами в пределах этого расстояния.

Буферная зона – это множество точек, располагающихся в пределах заданного расстояния относительно объекта.

Некоторые особенности буферов: буфер точки представляет собой круг; буфер полигона может быть положительным и отрицательным; буфер точки или линии всегда положительный (рис. 31).

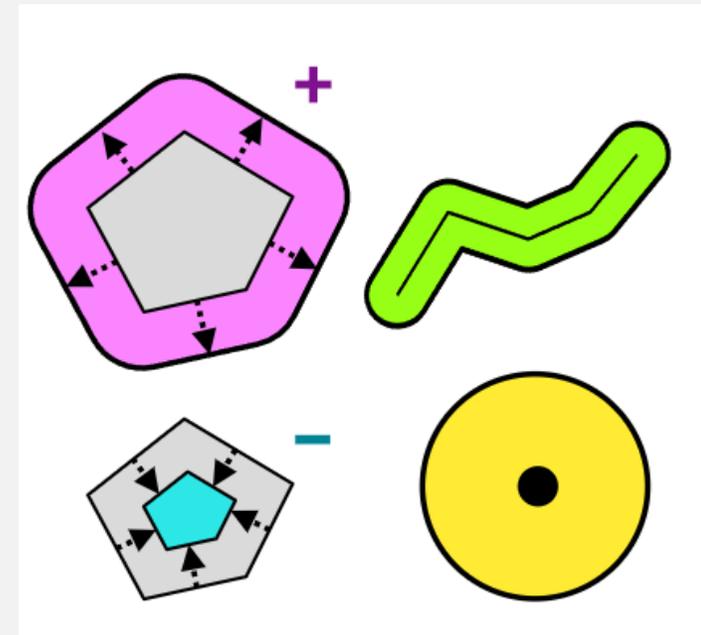


Рис. 31 – Особенности буферных зон (Источник – Самсонов Т. Е. «Основы геоинформатики: курс лекций»)



Главная

Содержание



Лекции

Лабораторные занятия

Назад

89

Закреть

В качестве буферных зон могут выступать водоохранная зона, санитарно-защитная зона и т.п. Также построение буферных зон незаменимо для построения радиусов доступности при анализе транспортного и культурно-бытового обслуживания территорий города.

Примеры:

- Представим, что нам нужно выбрать место для новой кофейни, которая должна находиться на расстоянии 600 метров от бизнес-центра. Тогда мы можем построить буфер от бизнес-центра или от входа в него и найти здания в этой зоне.

- Буфер вокруг точечного объекта, такого как нефтяная скважина, может быть использован для определения площади, которая будет затронута разливом нефти.

- Буферизация вокруг линейного объекта, такого как дорога, полезна при определении необходимой площади под строительство. Пример буфера вокруг линейного объекта приведен на рис. 32.

- Буфер вокруг полигона карьера может наглядно показать зону его шумового воздействия.

- Объект может иметь несколько буферных зон: например, крупный источник выбросов в атмосферу может иметь буферные зоны с расстояниями 1, 5 и 10 км, образуя зоны разного экологического воздействия.

Виды буферных зон:

- Переменный буфер, размер которого может изменяться в зависимости от поля в таблице атрибутов

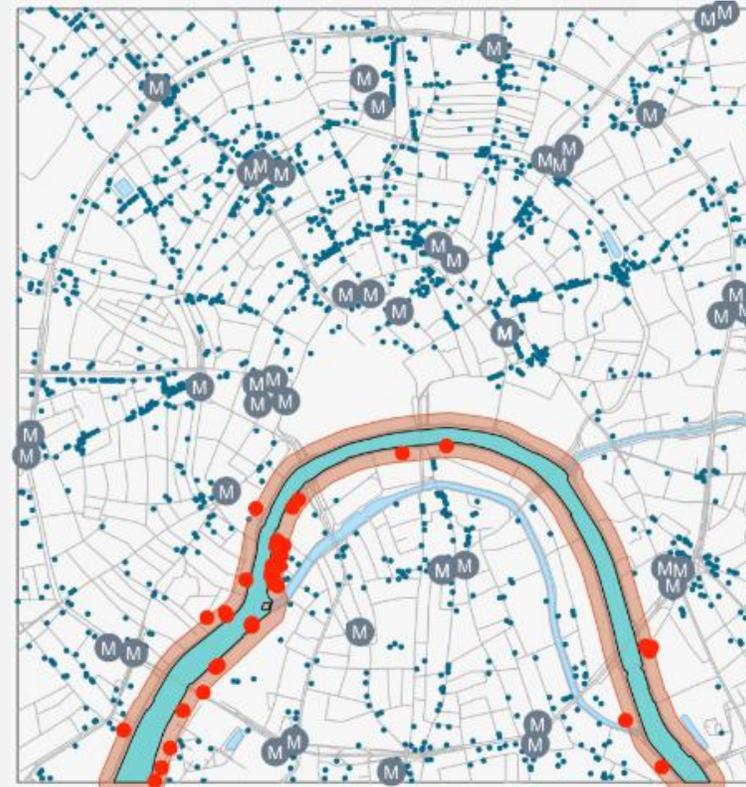


Рис. 32 – Кафе в 100-метровой буферной зоне р. Москвы (Источник – Самсонов Т. Е. «Основы геоинформатики: курс лекций»)



[Главная](#)

[Содержание](#)



[Лекции](#)

[Лабораторные занятия](#)

[Назад](#)

90

[Закреть](#)

(например, уровень шума вокруг дорожной сети может зависеть от интенсивности движения, и переменный буфер проиллюстрирует уровень шума путем использования большей буферной зоны для дорог с интенсивным движением и меньшей – для более тихих дорог).

- Отрицательный буфер внутри объекта, который создает буферную зону вглубь границ полигона путем указания отрицательного значения расстояния.

*Положительные буферы можно применять к точечным, линейным и полигональным объектам, а отрицательные — только к полигональным.*

- Растровый буфер. Буферизация пикселей растрового изображения возможна, но процесс отличается от буферизации векторных элементов. В QGIS для создания растрового буфера есть в «Инструментах анализа» – «GRASS» – «Растр» – «r.buffer». Буфер будет создан вокруг тех ячеек, где есть данные, а остальное пространство должно иметь значение «Нет данных».

## **5. Оверлейные операции.**

Операции оверлея заключаются в наложении разноименных слоев друг на друга с генерацией производных объектов, возникающих при их геометрическом наложении с наследованием семантики (атрибутов).

Наложение (*англ. overlay*) тематических карт как мощный инструмент анализа генетических и пространственных связей между объектами и явлениями на земной поверхности давно вошло в практику исследований в географии и картографии.

До широкого внедрения ГИС-технологий границы объектов или явлений с одной карты переносили на кальку (прозрачную пленку, пластик, либо использовали светостол или окно), и уже затем накладывали на другую карту. При необходимости выполняли вычисление площади перекрытия контуров с помощью палетки и другие картометрические операции. Это был очень



[Главная](#)

[Содержание](#)



[Лекции](#)

[Лабораторные занятия](#)

[Назад](#)

91

[Закреть](#)

трудоемкий кропотливый анализ, особенно при большом количестве контуров пространственных объектов.

Сама идея об облегчении возможности накладывать карты или границы объектов друг на друга, сопоставлять их характеристики, автоматически выполнять трудоемкие расчеты стала мощным стимулом для развития ГИС-технологий во второй половине XX века. Уже в середине 1970-х годов, были разработаны основные приемы наложения цифровых пространственных объектов в ГИС. Они получили название оверлейные операции.

Оверлей – пространственное наложение двух или более пространственных объектов, при котором образуется их геометрическая и атрибутивная композиция.

Оверлейные операции могут применяться как к растровым, так и к векторным данным. ГИС предоставляют возможность использовать также комбинированный путь. Выбор метода зависит прежде от следующих факторов: цель анализа, какие данные уже существуют, требуемая точность анализа, сложность операций. Оверлейные операции могут приводить к отличающимся результатам. Каждый путь оверлейного анализа имеет свою специфику.

Элементами оверлейных операций являются: входной слой, оверлейный (накладываемый) слой, выходной слой (рис. 33).

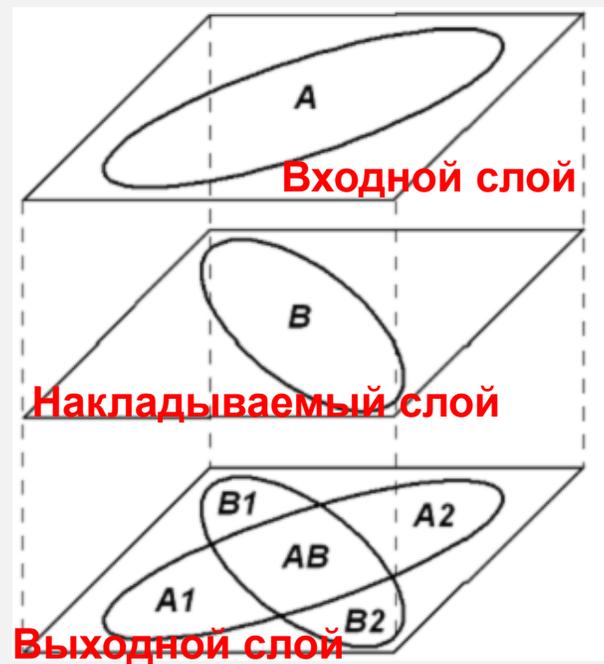


Рис. 33 – Элементы оверлейных операций



[Главная](#)

[Содержание](#)



[Лекции](#)

[Лабораторные занятия](#)

[Назад](#)

92  
[Закреть](#)

Наложение пространственных объектов входных слоев позволяет разделять их на топологические сегменты и комбинировать из этих сегментов новые объекты в зависимости от цели анализа.

В системе, основанной на растровых моделях, топологические оверлейные операции являются более простыми, чем в системе, основанной на векторных моделях.

Каждая ячейка растрового слоя связана с одним соответствующим географическим местоположением (рис. 34).

Это делает ее удобной для комбинирования характеристик многих слоев в одном слое.

Обычно каждой характеристике присваиваются многие значения, позволяя пользователю математически комбинировать слои и назначать новые значения каждой ячейке в выходном слое.

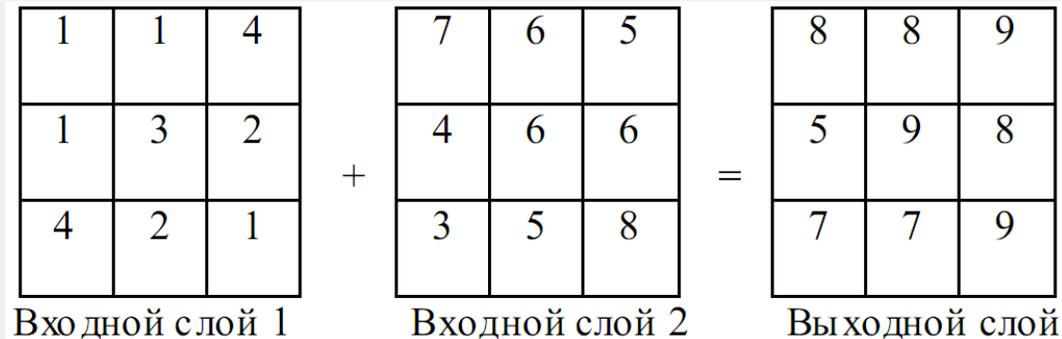


Рис. 34 – Оверлейные операции на растровых моделях

Обработка растров выполняется посредством языка представления операций на растрах. Такой язык используется в калькуляторе растров (Raster Calculator). Он позволяет вычислить новые растры на основании существующих, используя ряд функций и операторов.

При производстве нового растра нужно определить выражение вычисления. Выражение может содержать ссылки на существующие растры, операторы и функции.

Существующие ГИС-приложения имеют широкий диапазон операторов и функций, которые могут использоваться в исчислении растров.



[Главная](#)

[Содержание](#)



[Лекции](#)

[Лабораторные занятия](#)

[Назад](#)

93

[Закреть](#)

Топологические векторные оверлейные операции можно классифицировать по двум основаниям: по элементам, которые содержатся в слоях для наложения (или по слоям, содержащим точечные, линейные или полигональные элементы); по типу операции (рис. 35).

Непосредственно в ГИС-программах оверлейные операции именуется по типу операции.

Основными типами оверлейных операций в ГИС являются:

- Объединение – вычисляет геометрическое объединение входных объектов. В выходной класс объектов записываются все объекты и их атрибуты.

- Пересечение – используется для обрезки данных по указанной области. Область обрезки может быть произвольной, но чаще всего используется ограничивающий прямоугольник. Частным случаем пересечения с полигональным объектом является обрезка данных (clip), при которой наследуются только атрибуты обрезаемых объектов.

- Разность – предполагает формирование объекта, точки которого принадлежат первому объекту, но не принадлежат второму.

- Симметрическая разность – предполагает формирование объекта, точки которого принадлежат первому или второму объекту, но не обоим сразу. Т.е. в выходной класс объектов попадают неперекрывающиеся области входных пространственных объектов и корректирующих пространственных объектов.

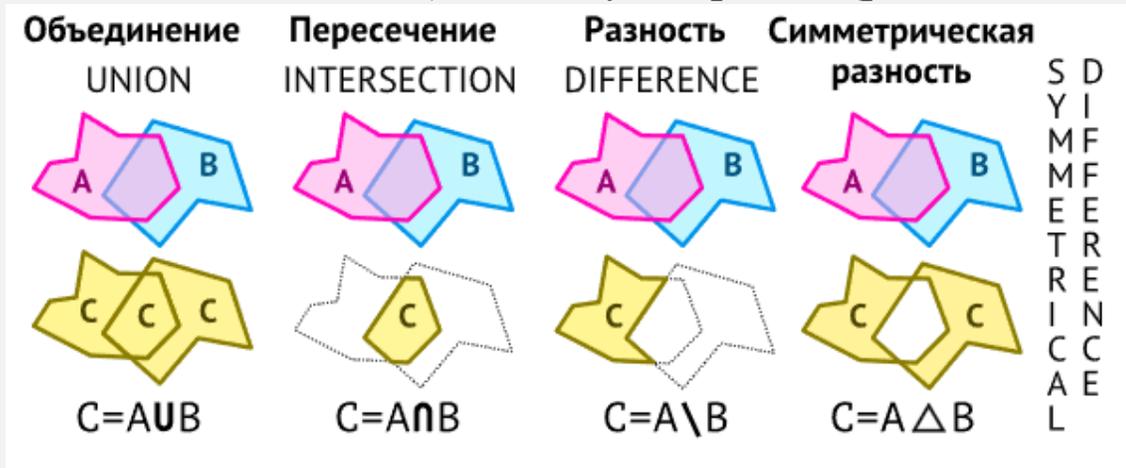


Рис. 35 – Классификация оверлейных операций по типу операции (Источник – Самсонов Т. Е. «Основы геоинформатики: курс лекций»)



[Главная](#)

[Содержание](#)



[Лекции](#)

[Лабораторные занятия](#)

[Назад](#)

[Закреть](#)

Рассмотрим несколько практических примеров применения оверлейных операций.

Пример 1. Выявление при помощи ГИС-анализа склоновых территорий с целью определения процента жилых зон на склонах и процента жилых зон на равнинной местности города (рис. 36).

Пример 2. Поиск местоположения для нового городского парка с учетом факторов землепользования, плотности населения, расстояния до существующих парков (рис. 37).

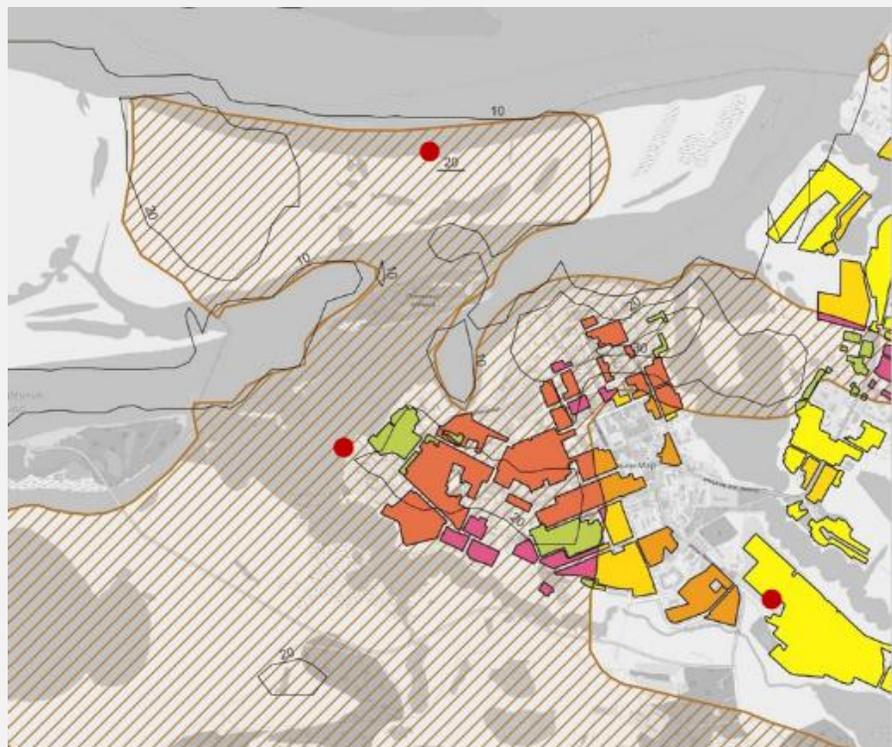


Рис. 36 – ГИС-анализ склоновых территорий (Источник я – мастер-класс от НИУ МГСУ «Анализ городских данных при помощи QGIS»)

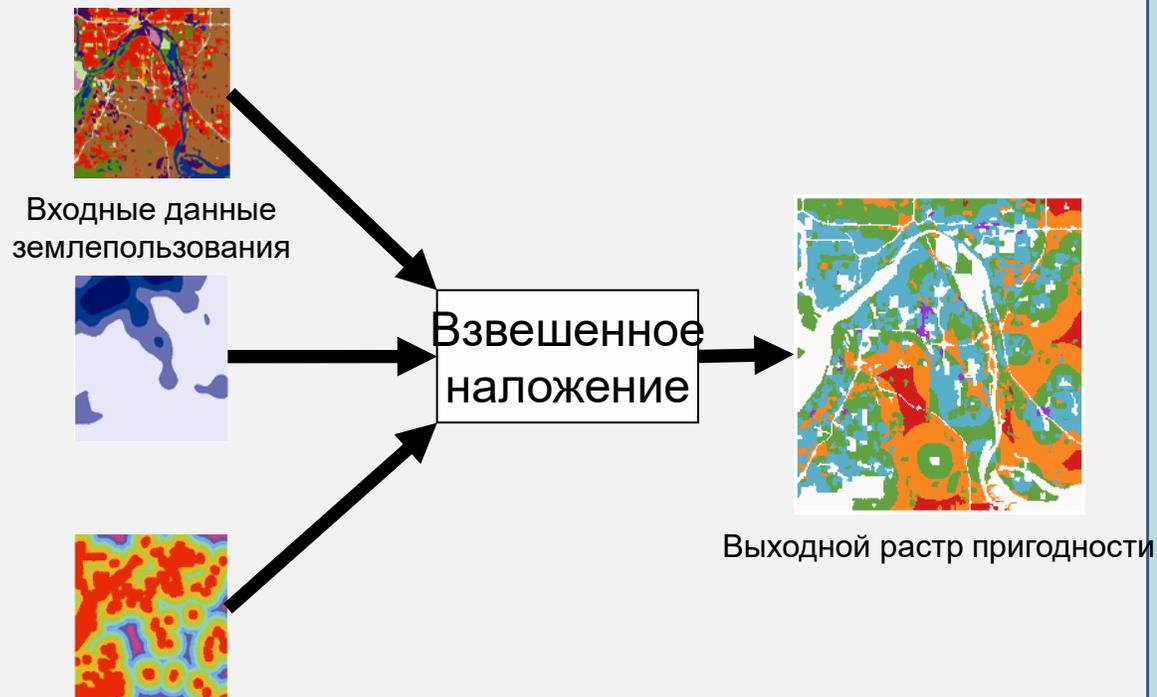


Рис. 37 – Поиск местоположения для нового городского парка (Источник изображения – Самсонов Т. Е. «Основы геоинформатики: курс лекций»)



Главная

Содержание



Лекции

Лабораторные занятия

Назад

95

Закреть

## 6. Сетевой анализ.

Сетевой анализ применяется в решении различных задач на пространственных сетях (рис.38) связанных линейных объектов (реки, трубопроводы, линии электропередач и т.п.).

Сетевой анализ заключается в решении различных задач в естественных и искусственных сетях с целью понимания поведения потоков внутри и вокруг таких сетей.

Для моделирования таких структур используется теория графов. Граф – это символическое представление сети и ее связности.

Основные направления сетевого анализа:

- Решение задач на графах – построение маршрутов, изохрон, матриц, корреспонденций, определение ближайших пунктов обслуживания и оптимизации их расстановки.

- Структурный анализ – вычисление показателей, характеризующих типологию сети, значимость ее отдельных элементов.

- Надежность и устойчивость географических сетей.

*Направления применения сетевого анализа:*

1. Поиск кратчайших расстояний. В данном случае решается задача поиска последовательности ребер графа, которая дает минимальную стоимость передвижения между точками.

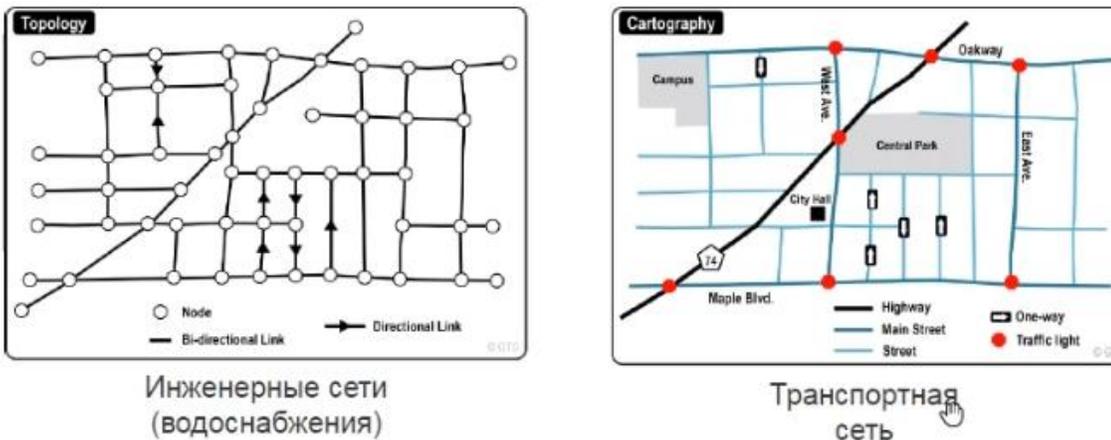


Рис. 38 – [Примеры пространственных сетей](#)



Главная

Содержание



Лекции

Лабораторные занятия

Назад

96

Закреть

При этом: стоимость одного ребра графа обычно выражается в времени передвижения по нему, либо его длине; стоимость может быть масштабирована на коэффициент значимости ребра; дополнительные задержки могут быть заложены в вершинах графа; может учитываться трафик движения.

2. Поиск ближайшего пункта обслуживания. Задача данного класса позволяет находить для каждой точки клиента ближайший к ней пункт обслуживания (рис. 39 – 40).

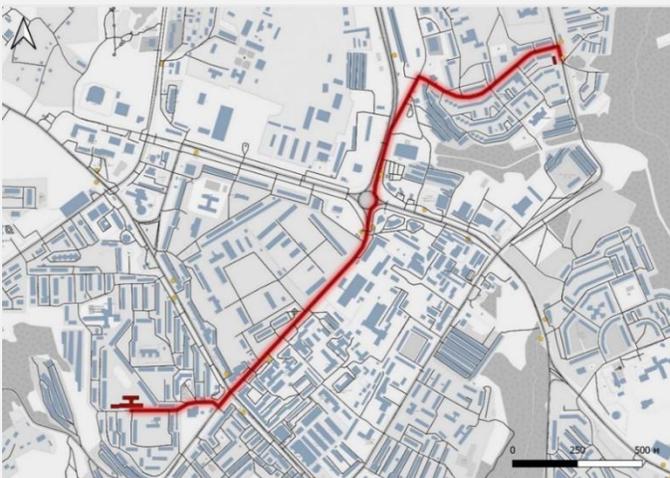


Рис. 39 – Поиск кратчайшего пути от школы до жилого дома в городе Петропавловск-Камчатский (Источник – материалы курсов НИУ МГСУ «Геоаналитика для решения задач градостроительного анализа»)

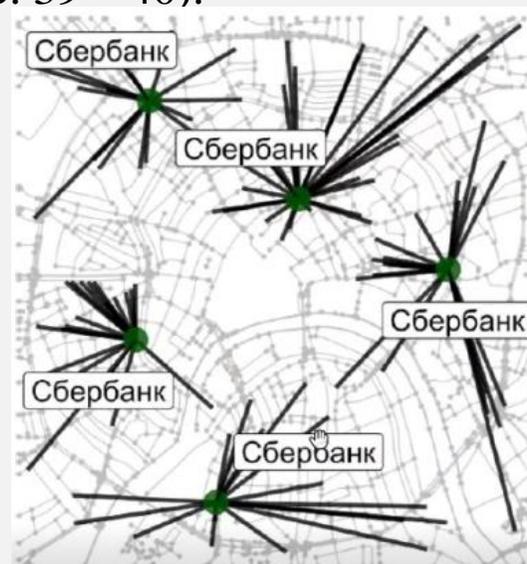


Рис. 40 – Поиск ближайшего отделения Сбербанка для каждого заведения общепита  
Источник – Самсонов Т. Е.  
«Основы геоинформатики: курс лекций»)

3. Задача коммивояжера — определение оптимального маршрута объезда заданного множества точек (рис. 41). Одна из самых распространенных задач в логистике. Решается в целях оптимизации объезда клиентов, складов и т.д. Вычислительно является сложной задачей.



Главная

Содержание



Лекции

Лабораторные занятия

Назад

97

Закреть

4. Построение изохрон. Изохрона представляет собой линию постоянного времени движения от или до заданной точки (рис. 42).

Алгоритм построения изохрон: 1 – в каждой вершине графа вычислить время движения от / до указанной точки; 2 – собрать из вершин триангуляционное покрытие – поверхность времени движения; 3 – извлечь из покрытия изолинии для заданных значений.

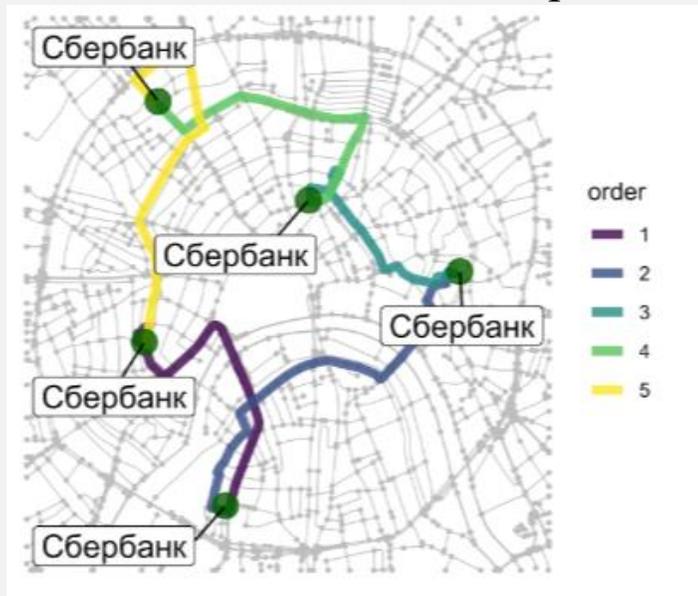


Рис. 41 – Решение задачи оптимизации объезда (Источник – Самсонов Т. Е. «Основы геоинформатики: курс лекций»)

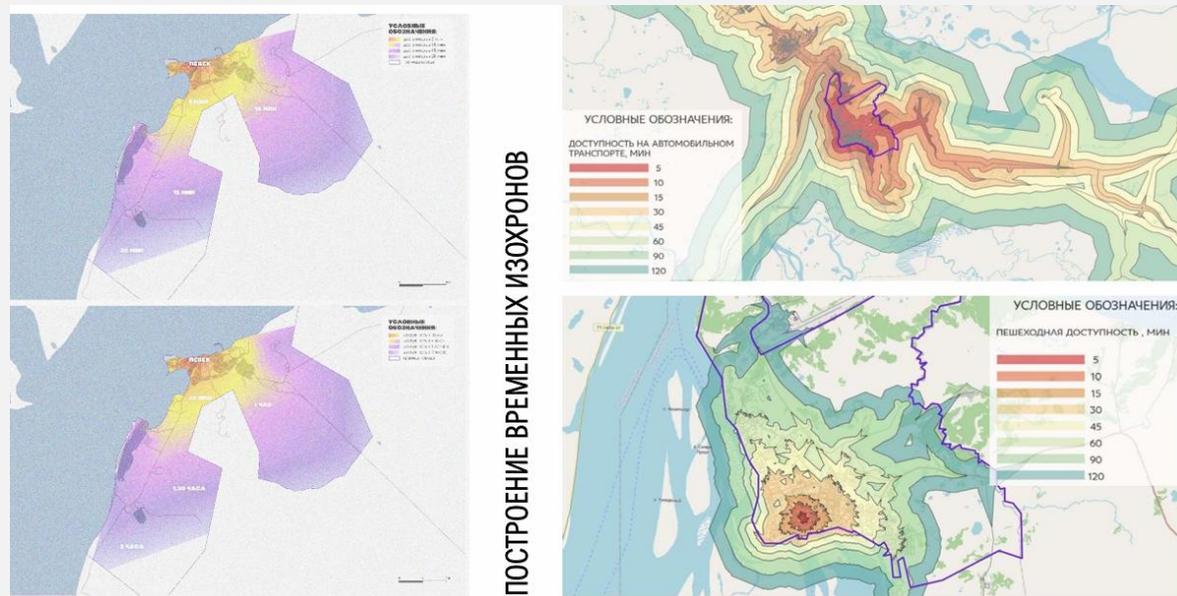


Рис. 42 – Построение временных изохрон для анализа существующего культурно общественного каркаса городов АЗРФ (Источник – материалы курсов НИУ МГСУ «Геоаналитика для решения задач градостроительного анализа»)

5. Анализ структуры географической сети – охарактеризовать ее устройство в виде формальных показателей, определить топологические отношения и центральность отдельных элементов.



[Главная](#)

[Содержание](#)



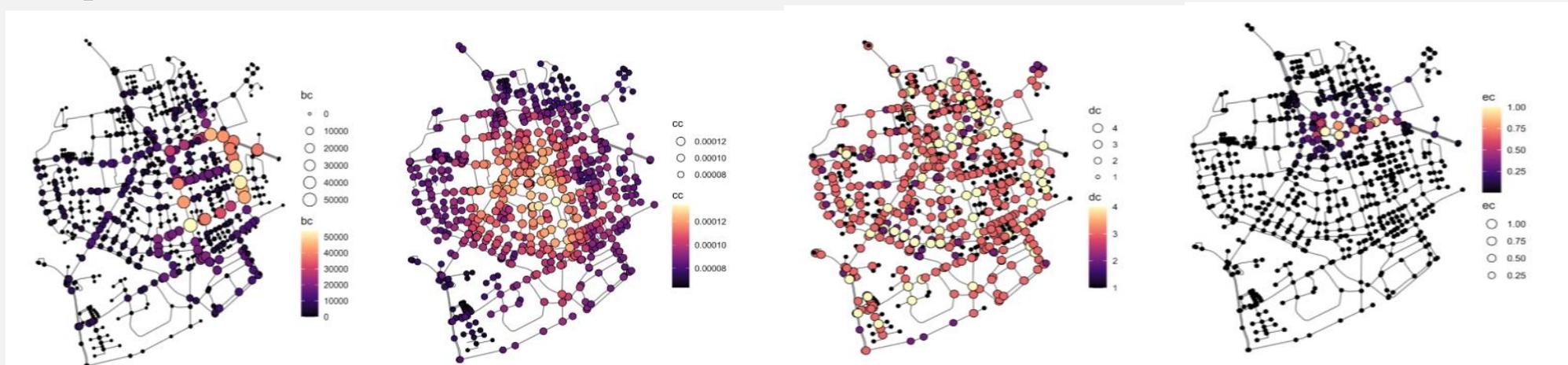
[Лекции](#)

[Лабораторные занятия](#)

[Назад](#)

[Закреть](#)

Центральность – это важность элемента сети (рис. 43). Существует множество показателей центральности.



А) Центральность по промежуточности – показывает количество маршрутов, проходящих через узел/ребро

Б) Центральность по близости – обратно пропорциональна сумме расстояний от вершины до остальных вершин

В) Центральность по степени – показывает количество ребер, с которыми связана вершина

Г) Центральность по влиятельности – показывает сумму степеней вершин, с которыми связана текущая вершина

Рис. 43 – Виды центральности

(Источник изображения – «Самсонов Т. Е. Основы геоинформатики: курс лекций»)

## 7. Агрегирование данных.

Агрегирование заключается в переходе к собирательным, обобщенным характеристикам объектов, сгруппированным по различным критериям.

Например, объединение объектов одной темы в соответствии с их размещением внутри полигональных объектов другой темы; объединение объектов по равенству значений определенного атрибута и др.



Главная

Содержание



Лекции

Лабораторные занятия

Назад

99

Закреть

Агрегирование данных в QGIS позволяет суммировать, усреднять, подсчитывать и выполнять другие операции над атрибутами или пространственными объектами.

Агрегирование данных можно выполнять в таблице атрибутов, для этого в QGIS применяется функция `aggregate ()` с помощью которой можно производить:

- Простое агрегирование для вычисления среднего значения поля с использованием выражения «`mean (ELEV)`»;
- Группировку для того чтобы сгруппировать данные по определенному полю (выражение «`mean(ELEV, USE)`»);
- Фильтрацию, для которой перед агрегированием добавляется третий параметр (выражение «`mean(ELEV, USE, USE = 'Military')`»).

Агрегирование данных можно проводить с учетом пространственного расположения объектов с помощью инструментов кластеризации. В таком случае наиболее часто применяются:

- Агрегация в бины (рис. 44), которая позволяет отслеживать концентрацию и распространение каких-либо объектов и явлений. Каждый бин при этом обозначается символом, исходя из количества объектов, или случаев явления.

- Агрегация в кластеры (рис. 45). В данном случае символ кластера отображает значение, указывающее число точечных объектов, которые он представляет. Когда количество объектов, включаемых в кластер, увеличивается, размер или форма символа кластера также пропорционально увеличивается.

При агрегировании точечных объектов в кластер слой перерисовывается и группирует точечные объекты в пределах указанного расстояния друг от друга на карте в один кластер.



[Главная](#)

[Содержание](#)



[Лекции](#)

[Лабораторные занятия](#)

[Назад](#)

100

[Закреть](#)



Рис. 44 – Агрегация в бины данных о количестве деревьев в Городском саду Бреста



Рис. 45 – Агрегация в кластере данных о количестве валунов в Городском саду Бреста

Одна из наиболее интересных и сложных задач применения агрегирования в ГИС связана с объединением городов в кластеры по принципу близкого расположения и народно-хозяйственного профиля для объединения:

в агломерацию – взаимосвязанно функционирующие группы поселений, характеризующиеся регулярными трудовыми, культурно-бытовыми и рекреационными связями их населения.

в конурбацию – полицентрическую агломерацию.

## 8. Зонирование.

Зонирование – построение зон / участков, однородных по выбранному критерию или группе критериев.



[Главная](#)

[Содержание](#)



[Лекции](#)

[Лабораторные занятия](#)

[Назад](#)

101

[Закреть](#)

В зависимости от типа исходных элементов городского плана и вида использования результатов структурирования различают: функциональное зонирование; административное районирование; планировочное районирование.

*Функциональное зонирование* (рис. 46) применяется для целей прогнозирования, обеспечения рациональной организации городских территорий. Для начальных стадий градостроительного прогноза территория городов с учетом преимущественного использования подразделяется на три основных вида: селитебную, производственную и ландшафтно-рекреационную.

Для последующих стадий прогноза такой подход не всегда оправдан, поскольку уже на стадии концепции генерального плана дается дискретное представление структуры городских земель (например, в пределах селитебной территории выделяются жилая и общественно-деловая зоны, зоны инженерной и транспортной инфраструктур и т.д.).

*Административное районирование* – деление на административные единицы для удобства управления.

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

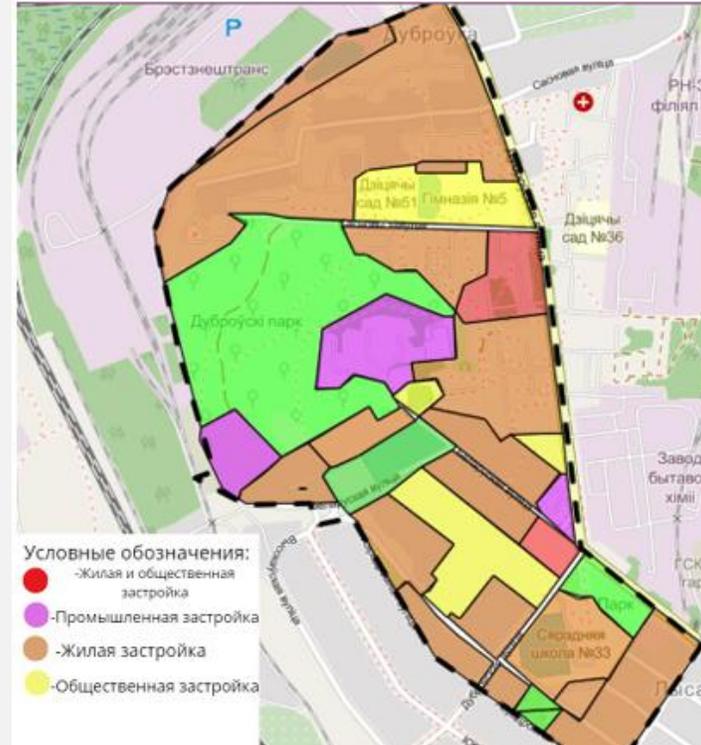


Рис. 46 – Пример функционального зонирования микрорайона «Дубровка» в г. Бресте



[Главная](#)

[Содержание](#)



[Лекции](#)

[Лабораторные занятия](#)

[Назад](#)

102

[Закреть](#)

Помимо трех основных, указанных выше направлений, зонирование может проводиться и для других, самых разных целей, к примеру, анализа морфотипов застройки какой-либо территории (рис. 47).

Достаточно распространенным способом зонирования является зонирование через создание буферных зон (рис. 48).



Рис. 47 – Пример зонирования территории по морфотипам застройки



Рис. 48 – Пример зонирования через построение буферных зон (Источник – материалы курсов НИУ МГСУ «Геоаналитика для решения задач градостроительного анализа»)

## 9. Специализированный анализ.

Проведение специализированного геоинформационного анализа, в частности, геологического, геофизического, гидрогеологического, экологического и т.п. осуществляется на основе специализированных программных модулей.



[Главная](#)

[Содержание](#)



[Лекции](#)

[Лабораторные занятия](#)

[Назад](#)

103

[Закреть](#)

Специализированный анализ включает все неспецифические виды анализа, которые были рассмотрены в вопросах 1 – 8. В качестве примера можно привести анализ комфортности улиц г. Бреста (рис. 49).

Также в качестве примера можно рассмотреть работу с открытыми данными о аварийности на дорогах в рамках курсового проекта студентов НИУ МГСУ «Организация данных для формирования информационной модели автомобильной дороги с использованием ГИС технологии» (рис. 50).

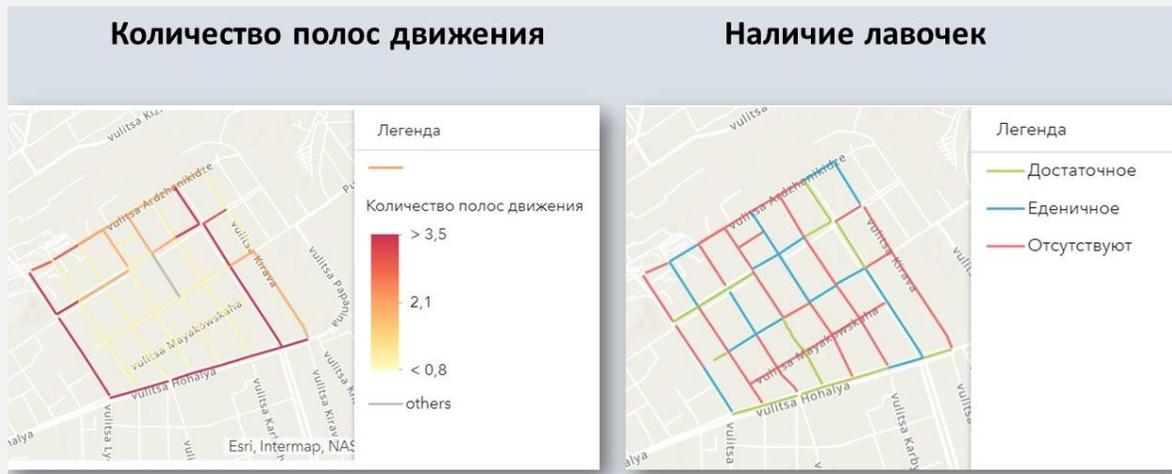


Рис. 49 – [Пример специализированного анализа](#)

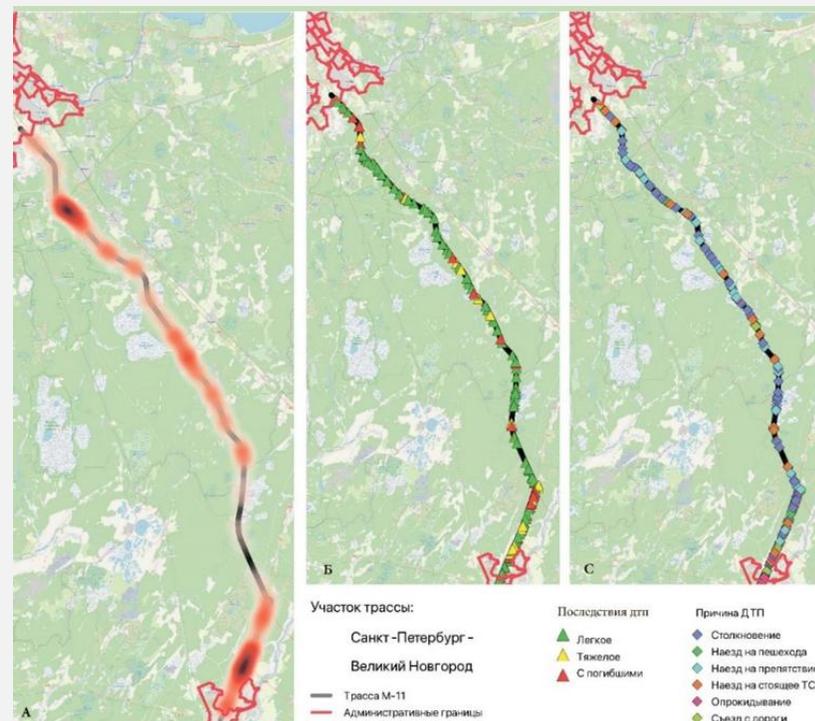


Рис. 50 – Пример специализированного анализа (Источник – материалы курсов НИУ МГСУ «Геоаналитика для решения задач градостроительного анализа»)



Главная

Содержание



Лекции

Лабораторные занятия

Назад

104  
Закреть

## ТЕМА 6. Визуализация результатов градостроительного анализа

1. [Принципы визуализации данных.](#)
2. [Способы визуализации пространственных данных.](#)
3. [Стили слоев QGIS.](#)
4. [Добавление и редактирование карт подложек.](#)
5. [Настройка макета и вывод изображений.](#)

### 1. Принципы визуализации данных.

В настоящее время существует большое число теоретических и практических руководств по созданию различных визуализаций, однако классическим трудом, заложившим основу для всей современной теории, является работа Эдварда Тафти «Визуальное представление количественной информации» (Edward Tufte "The Visual Display of Quantitative Information").

Основу визуализации данных составляют визуальные характеристики – различия в элементах карты, которые могут восприниматься человеческим глазом.

Впервые визуальные характеристики были разработаны теоретиком картографии и визуализации данных Жаком Бертенем в его фундаментальном труде «Семиология графики» (Jaques Bertin "Semiology of graphics: diagrams, networks, maps").

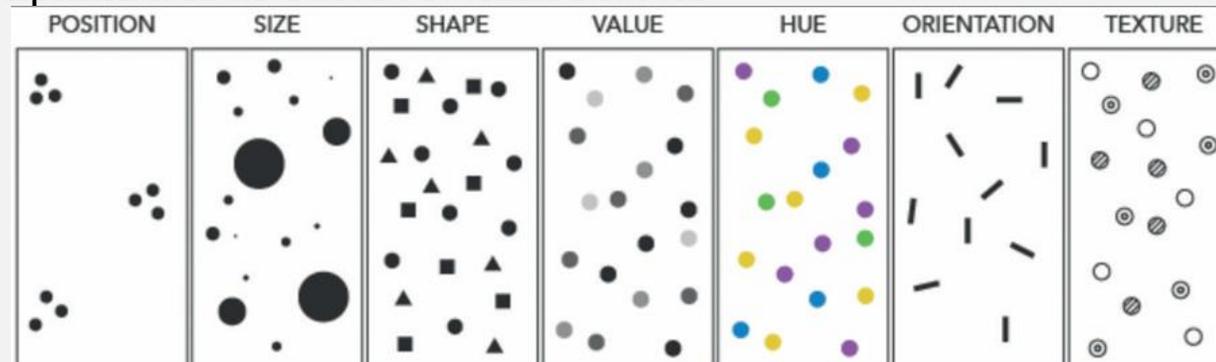


Рис. 51 – Визуальные характеристики Бертена (Источник: Bertin's Visual Variables, Adapted from Cartography Guide, Axis Maps, CC BY-NC-SA 4.0)



Главная

Содержание



Лекции

Лабораторные занятия

Назад

105

Закреть

Визуальные характеристики включают в себя: расположение; размер; форму; яркость цвета; цвет; ориентацию символа; текстуру (рис. 51).

Для создания различных символов на картах, как правило, не используется расположение в качестве визуальной характеристики, так как расположение в случае пространственных объектов определяется их истинным местоположением и компрометировать его нежелательно.

Позднее к исходным характеристикам, предложенным Бертенем, были добавлены: насыщенность цвета; размещение; четкость; разрешение; прозрачность. Однако они не являются основными, а скорее дополняют визуальные характеристики Бертена.

Рассмотрим основные визуальные характеристики и их особенности подробнее.

*Цвет.* Самой простой и понятной стратегией при выборе цветовой палитры будет использование уже готовой и имеющейся в программном продукте. Как правило, эти цветовые схемы уже сбалансированы и продуманы, что сразу избавляет от необходимости собирать ее самостоятельно с учетом теории цвета и особенностей цветового восприятия.

Это оставляет пользователю только необходимость выбора подходящей цветовой схемы, так как градиентная палитра, например, не подойдет для отображения номинальной переменной.

Если же вы решили составить свою палитру самостоятельно, следует учитывать, как различные цвета и оттенки отображаются на экране и воспринимаются человеческим глазом.

При подборе цветов для визуализации данных следует учитывать то, что мы воспринимаем три основные характеристики: собственно цвет; яркость цвета, насыщенность или чистоту цвета, которая изменяется при добавлении в чистый цвет черного или белого.

*Размер.* Как правило, отображает визуально значимость того или иного объекта (большие по размеру объекты воспринимаются как более важные) или количество (размер в этом случае должен отображать значение переменной: чем выше значение, тем больше символ). Однако при



[Главная](#)

[Содержание](#)



[Лекции](#)

[Лабораторные занятия](#)

[Назад](#)

106

[Закреть](#)

создании карт необходимо учитывать особенности различных геометрий объектов: так, для линейных объектов размер будет определять толщину линии.

*Форма* в качестве визуальной переменной, как правило, характеризует группы или категории различных объектов. По большей части форма как визуальная переменная используется для точечных объектов, но символы различной формы в том числе могут быть выстроены в линию или размещаться внутри площадных объектов.

*Текстура* показывает тип штриховки (плотность заполнения штрихами) площадных объектов или символов. Отчасти текстура может как выполнять функцию группировки объектов, так и отображать значение переменной, используя вариацию в плотности расположения штрихов. Но во втором случае применять такой подход следует с особой осторожностью, так как это не самый легко считываемый способ отображения величин.

При выборе той или иной визуальной характеристики следует ориентироваться на тип отображаемых данных: можно ли их упорядочить? являются они количественными или качественными? (рис. 52).

Качественные переменные, как правило, не имеют числового эквивалента. Они могут быть номинальными и ранговыми.

Номинальные переменные – это именованные группы, которым нельзя присвоить какие-либо числовые значения и невозможно упорядочить. Например, тип здания, тип покрытия дороги. В качестве визуальных переменных для «Визуализация пространственных данных в QGIS») их отображения рекомендуется использовать цвет, ориентацию, форму, текстуру (штриховку).

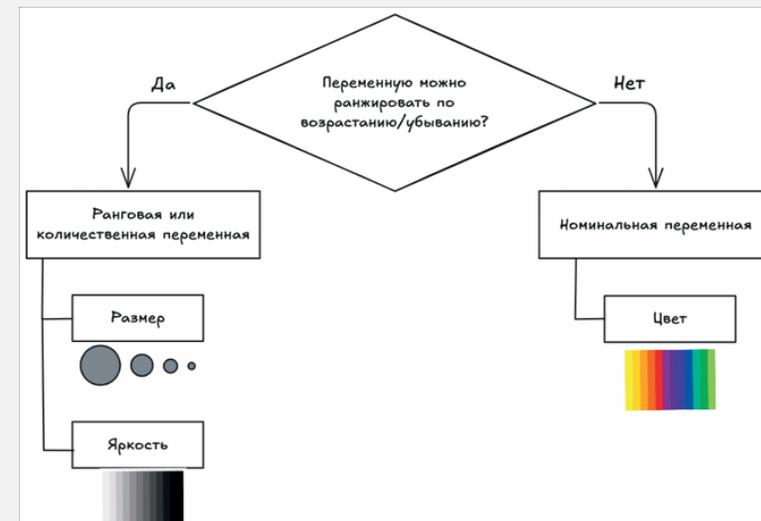


Рис. 52 Схема выбора основной визуальной характеристики (Источник – Балтыжакова Т. И. «Визуализация пространственных данных в QGIS»)



Главная

Содержание



Лекции

Лабораторные занятия

Назад

107

Закреть

Ранговые переменные можно каким-то образом упорядочить, но тем не менее им нельзя присвоить некоторый числовой эквивалент и количественно сравнить группы между собой. Примерами ранговых переменных могут служить уровень образования, уровень значимости объекта. К ранговым переменным применяются визуальные характеристики, что и к количественным, о которых чуть ниже.

Для количественных переменных существует несколько вариаций классификации, однако значительной разницы для создания картографических визуализаций между ними нет. Наибольшее значение здесь будет иметь тот факт, что значения количественных переменных могут быть упорядочены, а также сравнить между собой степень выраженности явления в различных точках пространства на основе значений переменной. Как для ранговых переменных, так и для количественных наиболее оптимальным является применение размера и яркости цвета, так как в этом случае важнее всего показать относительную выраженность явления или порядок (ранг).

Необходимо отметить, что визуальные переменные могут комбинироваться между собой для отображения сразу нескольких признаков. Например, средний уровень доходов населения (количественная переменная) может быть показан размером символа, а расположение в том или ином регионе (номинальная переменная) – цветом символа.

## **2. Способы визуализации пространственных данных.**

К числу основных способов визуализации пространственных данных относятся:

*Карты символов*, которые в свою очередь принято разделять на:

- Карты пропорциональных символов, или карты точечных символов (второй термин более характерен для отечественной литературы) – это тип тематических карт, на которых символы различной величины показывают значение количественного показателя.



[Главная](#)

[Содержание](#)



[Лекции](#)

[Лабораторные занятия](#)

[Назад](#)

108

[Закреть](#)

Размер символа здесь напрямую зависит от величины показателя (рис. 53).

- Карты плотности точек. Впервые карты плотности точек появились в 1830–1840 гг. во Франции и Англии. Они использовались для отображения плотности населения с помощью скопления точек, где каждая точка отображала определенное число людей. Этот подход сохранился практически неизменным до наших дней. Самым знаменитым примером карты плотности точек является карта Джона Сноу, которая положила начало пространственному анализу. О ней уже шла речь ранее (рис.2).

В картах плотности точек выделяют два основных типа, которые некоторыми картографами рассматриваются как радикально различные: карты плотности один к одному, где каждая точка соответствует индивидуальному случаю, например одному заболевшему, и карты плотности один ко многим, где каждая точка соответствует не индивидуальному наблюдению, а группе.

*Картограммы.* Как правило, картограммы предполагают искажение размеров площадных объектов пропорционально величине показателя. За исключением фоновых картограмм, которые в русскоязычной литературе аналогичны английскому термину choropleth и предполагают просто цветовую заливку или штриховку в зависимости от значения показателя.

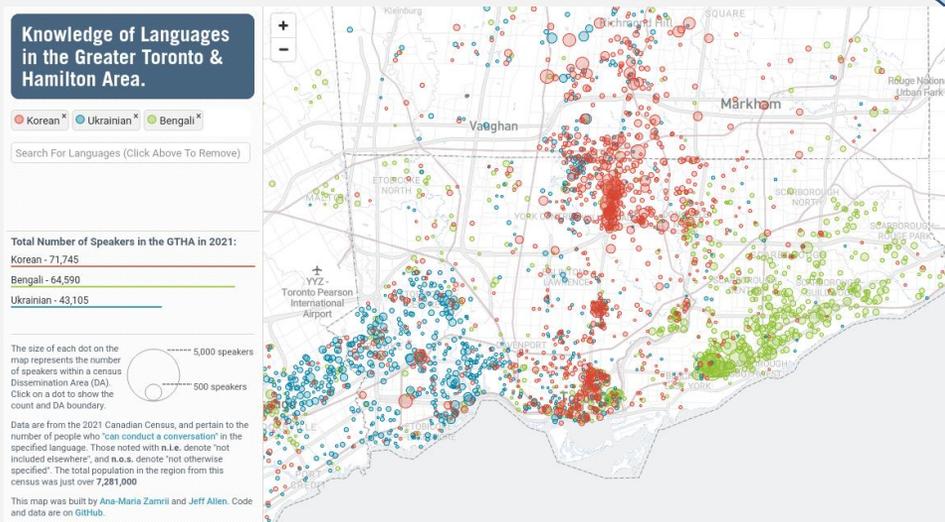


Рис. 53 – [Категориальное пропорциональное символическое отображение знаний языков в Торонто](#)



Главная

Содержание



Лекции

Лабораторные занятия

Назад

109

Закреть

В специализированной литературе принято различать несколько видов картограмм:

- Фоновая картограмма (рис. 54) дает простой способ отображения данных, варьирующихся в зависимости от территориальных единиц (как географических регионов, так и административных единиц) или границ существования явления. В данном случае все объекты раскрашиваются или заштриховываются в зависимости от значения какого-либо показателя.

В традиции отечественной картографии выделяют методы качественного и количественного фона в зависимости от картографируемой переменной. Так, при создании фоновой картограммы по номинальной переменной (тип почвы, горные породы) применяется соответственно метод качественного фона, а при количественной (плотность населения, доход, ВВП) – метод количественного фона.

Для визуализации количественной переменной предпочтительнее использовать яркость, чем цвет. Тогда как для номинальных переменных более подходящей визуальной характеристикой будет являться именно цвет.

- Дазиметрическая карта (рис. 55) – это такой тип тематической карты, в котором используется площадная символика (заливка или штриховка) для отображения пространственно-распределенной величины на основе фоновой картограммы с ее корректировкой по вспомогательным данным о пространственном распределении. Фактически дазиметрические карты совмещают в себе метод фоновой картограммы и карт изолиний.

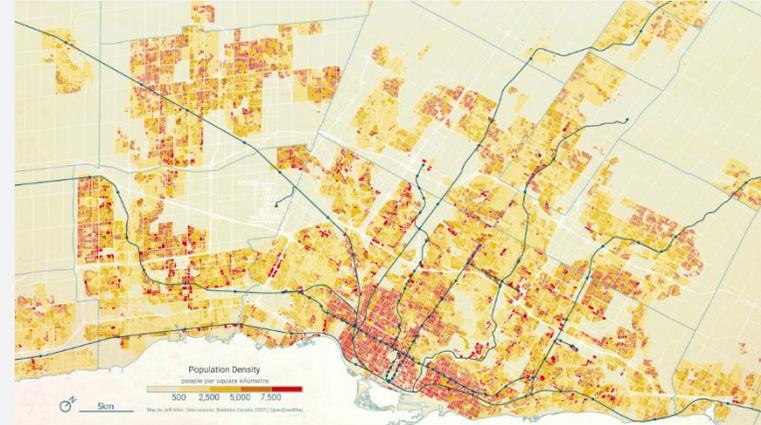


Рис. 54 – [Карта плотности населения Торонто](#)



[Главная](#)

[Содержание](#)



[Лекции](#)

[Лабораторные занятия](#)

[Назад](#)

110

[Закреть](#)

Важное отличие дазиметрических карт от фоновой картограммы состоит в том, что в них границы площадных знаков определяются на основе дополнительных вспомогательных данных, тогда как в фоновых картограммах границами, как правило, являются административные границы.

- Двухкомпонентные фоновые картограммы. (bivariate choropleth) сочетают в себе сразу две цветовые шкалы для отображения комбинации двух количественных переменных (рис. 56). С одной стороны, такой подход позволяет показать и проанализировать связь между двумя явлениями, но с другой – существуют определенные особенности и нюансы создания двухкомпонентных картограмм, благодаря которым они не получили широкого распространения.

- Анаморфная карта (смежная картограмма) – это преобразованная непространственноподобная карта, изменяющая формы показанных объектов и направления, но точно отражающая их топологические отношения (рис. 57).

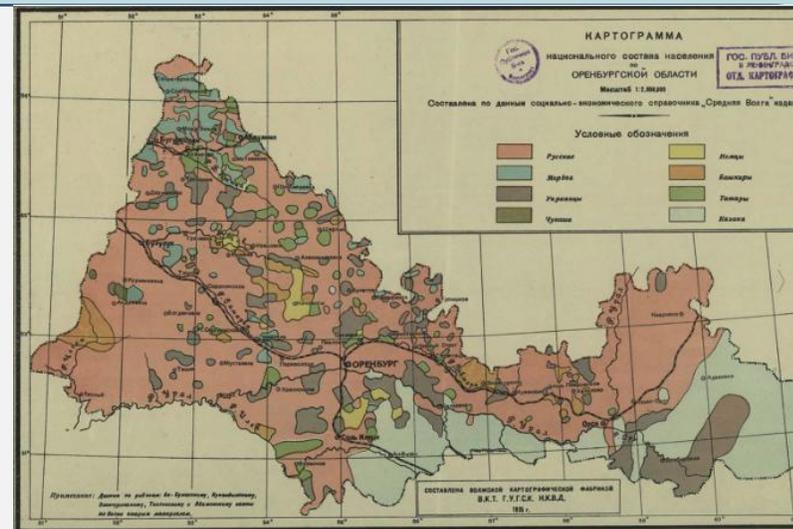


Рис. 55 – Картограмма национального состава населения по Оренбургской области

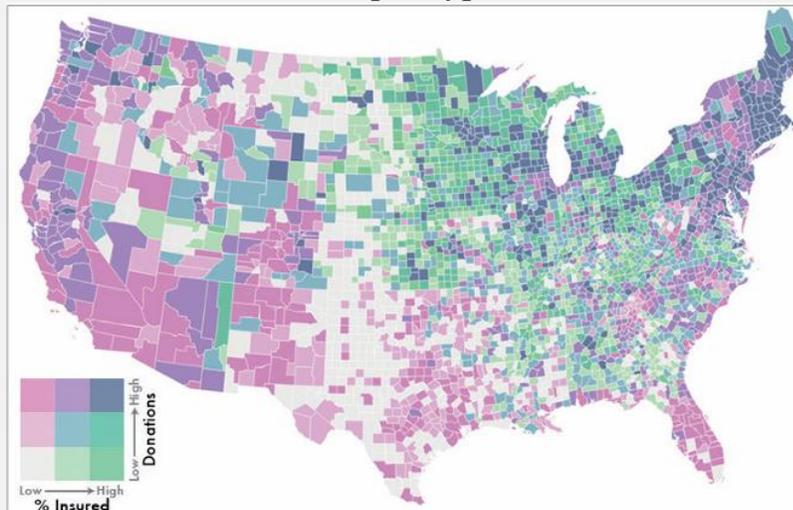


Рис. 56 – [Соотношение количества застрахованных граждан и величины отчислений в страховые фонды](#)



[Главная](#)

[Содержание](#)

[◀](#) [▶](#)

[Лекции](#)

[Лабораторные занятия](#)

[Назад](#)

111

[Закреть](#)

Для создания таких карт размер объектов искажается пропорционально значениям показываемой характеристики. Это создает намеренное искажение размера и формы объектов и приводит к некоторой схематичности отображения данных.

- Несмежная картограмма (noncontiguous cartogram) является вариацией анаморфных карт, в которой также размер объектов изменяется пропорционально визуализируемой величине, но с некоторыми особенностями (рис. 58).

В первую очередь, как понятно из названия, нарушается смежность объектов друг с другом, то есть их топологические отношения. А во-вторых, при создании несмежных картограмм изменение размера объектов происходит пропорционально с сохранением их формы, благодаря чему объекты остаются довольно узнаваемыми. В результате получается карта из как бы разорванных фрагментов.

- Графические картограммы (graphical cartogram). При создании графических картограмм исходные пространственные объекты заменяются на непересекающиеся простые геометрические фигуры, размер

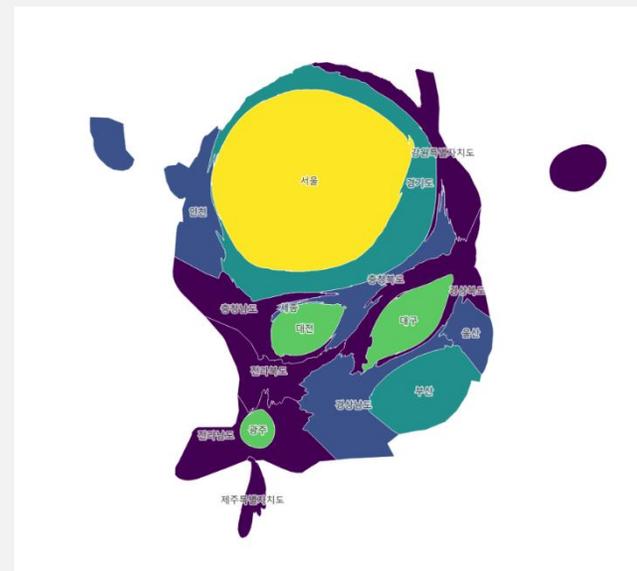


Рис. 57 – [Пример карты-анаморфозы, построенной на основе численности населения Южной Кореи](#)

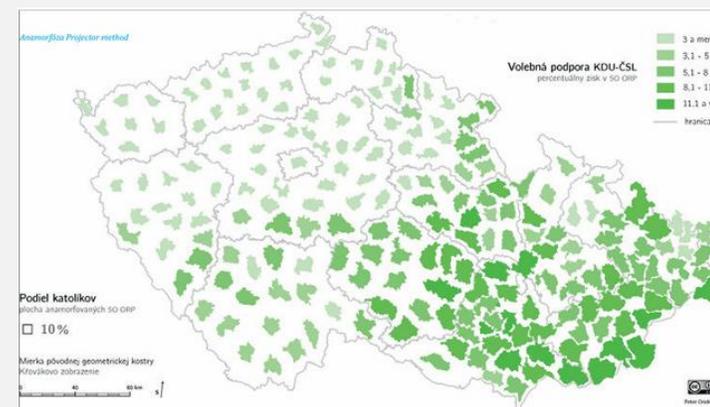


Рис. 58 – [Процент католиков среди населения Чехии](#)



[Главная](#)

[Содержание](#)



[Лекции](#)

[Лабораторные занятия](#)

[Назад](#)

112

[Закреть](#)

которых варьируется в зависимости от величины картографируемой переменной (рис. 59).

В графических картограммах не сохраняются исходная форма, местоположение объектов и их топология. Однако за счет использования символов универсальной формы снижается вероятность неправильной интерпретации данных, так как сравнивать между собой объекты одной и той же формы проще, чем, как правило, неправильные по форме пространственные объекты, кроме того, убирается влияние на восприятие размера исходных объектов. Таким образом достигается визуальная равнозначность объектов.

- Сеточная картограмма (рис. 60) – картограмма, которая составляется из повторяющихся фигур одинакового размера (как правило, квадратов/прямоугольников или шестиугольников, так как ими можно без зазоров заполнить любую по размеру площадь на плоскости) для построения мозаичного представления переменной. Фактически основной визуальной характеристикой для сеточных картограмм, так же как и для анаморфных карт, и несмежных картограмм будет являться размер.

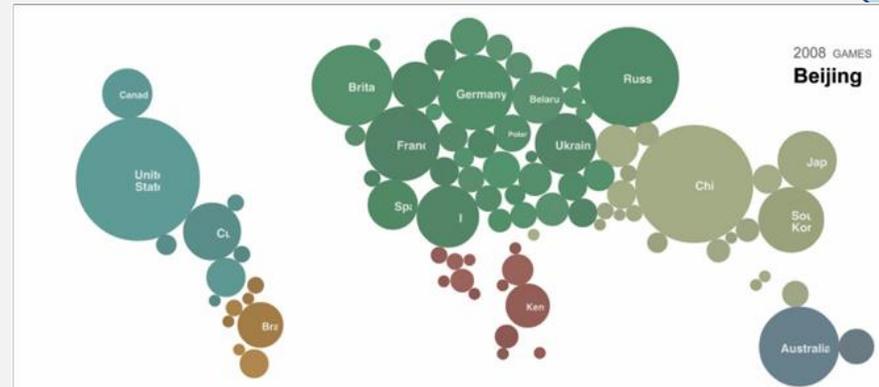


Рис. 59 – [Количество полученных медалей на Олимпиаде 2008 года в Пекине](#)

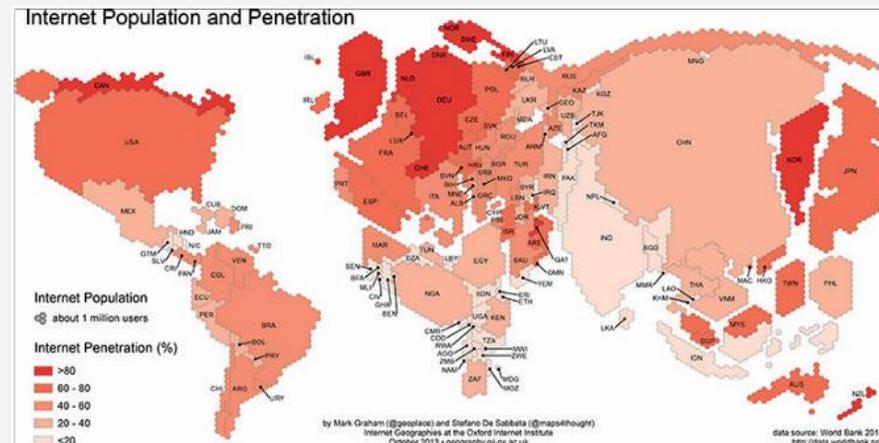


Рис. 60 – [Процент людей, имеющих доступ к интернету](#)



[Главная](#)

[Содержание](#)



[Лекции](#)

[Лабораторные занятия](#)

[Назад](#)

113

[Закреть](#)

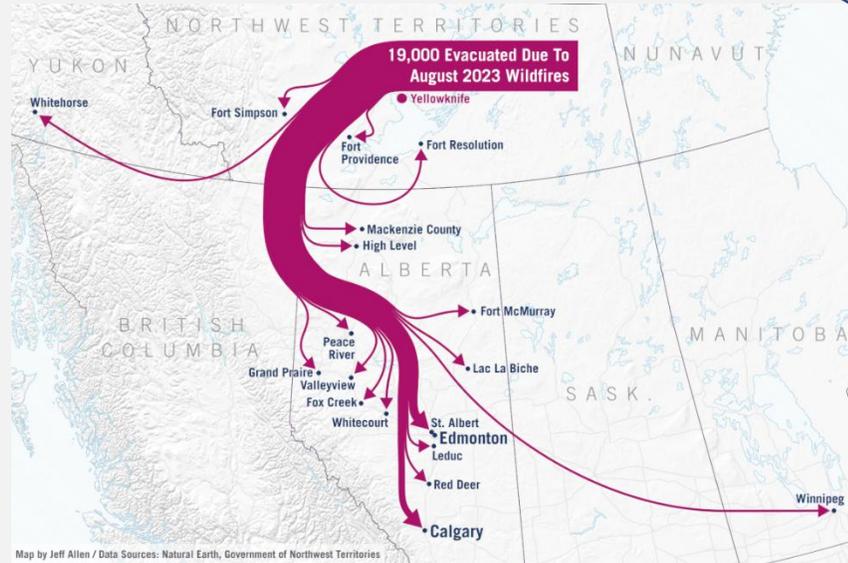


*Карты потоков (flow maps)* – это тематические карты, использующие линейные символы для отображения движения между локациями: движение людей, трафик, поставки продукции, миграции животных и прочее (рис. 63).

Как правило, карты потоков используют линейные символы с различной толщиной, чтобы показать объемы перемещений или передвижений между локациями, что делает их близкими к картам пропорциональных символов.

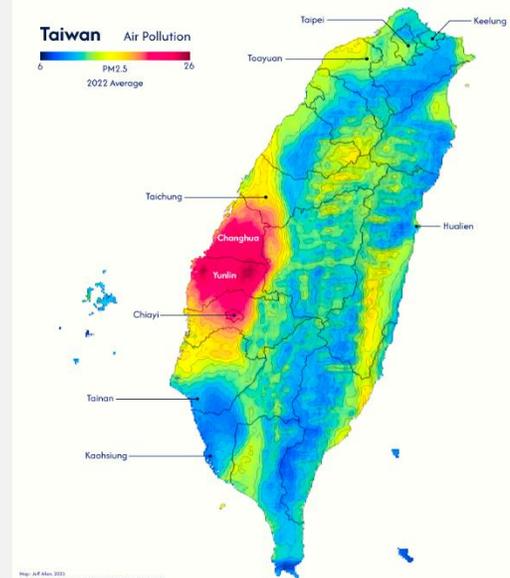
*Карты изолиний* – карты, на которых отображены линии равных значений (рис. 64).

Традиционно в картографии изолинии используются для отображения рельефа с помощью горизонталей, которые показывают линии равной высоты относительно уровенной поверхности. Однако в настоящее время использование изолиний не ограничивается этим: с их помощью может быть отображена любая непрерывная величина, которую можно представить в качестве поверхности, при этом изолинии будут линиями пересечения поверхности с набором горизонтальных секущих плоскостей.



Map by Jeff Allen / Data Sources: Natural Earth, Government of Northwest Territories

Рис. 63 – Масштаб и место эвакуации, вызванной лесными пожарами в Йеллоунайфе 2023 года



Map: Jeff Allen, 2023  
Data Source: <https://www.epa.gov.tw/en/education/monitoring/monitoring-pm25>

Рис. 64 – Загрязнение воздуха на Тайване



Главная

Содержание



Лекции

Лабораторные занятия

Назад

115  
Закреть

*Картодиаграммы* (рис. 65) могут рассматриваться как один из случаев использования символов на карте, где вместо простых геометрических фигур или значков на карте размещаются графики.

Как правило, такие графики или простые диаграммы размещаются аналогично размещению пропорциональных символов в центре площадных объектов (чаще всего единиц территориального деления) и используют столбчатые графики, круговые (или иные площадные диаграммы).

### 3. Стили слоев QGIS.

Пункт *Стиль* в окне свойств слоя предоставляет необходимые инструменты для отрисовки и стилизации векторных слоев. При этом существуют символы и инструменты для работы с векторными данными в целом, а также специальные типы символов, предназначенные для различных геометрий объектов (точек, линий и полигонов).

Вне зависимости от типа геометрий в слое доступно 4 основных способа отображения объектов:

- простой символ – позволяет отобразить все объекты слоя с использованием одного универсального символа;

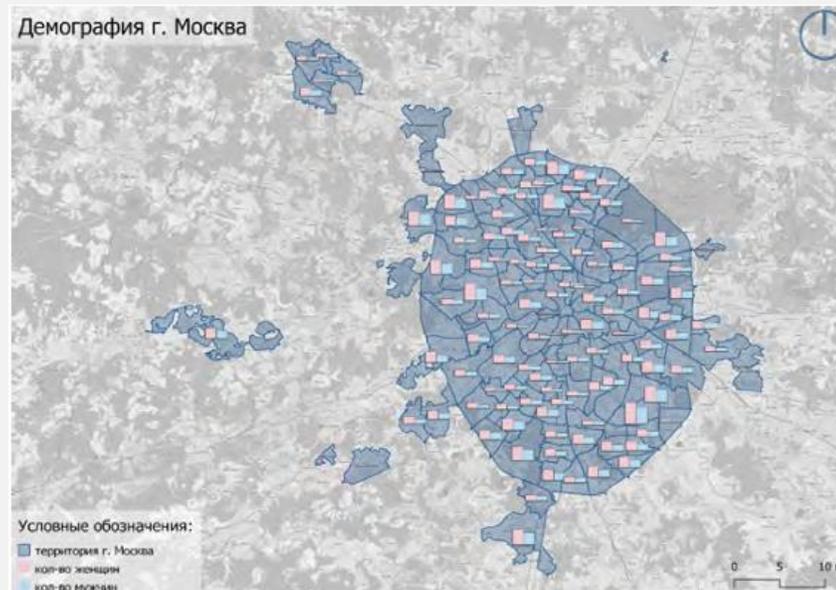


Рис. 65 – Демографический состав Москвы по районам, сделанный в программном комплексе QGIS (Источник – А.А. Белал, А.Е. Коробейникова «Инновационные технологии в градостроительстве»)



[Главная](#)

[Содержание](#)



[Лекции](#)

[Лабораторные занятия](#)

[Назад](#)

116

[Закреть](#)

- градуированный знак – для задания символа в зависимости от числовой переменной, также позволяет использовать выражения; правила – позволяет задавать символику на основе выражения.

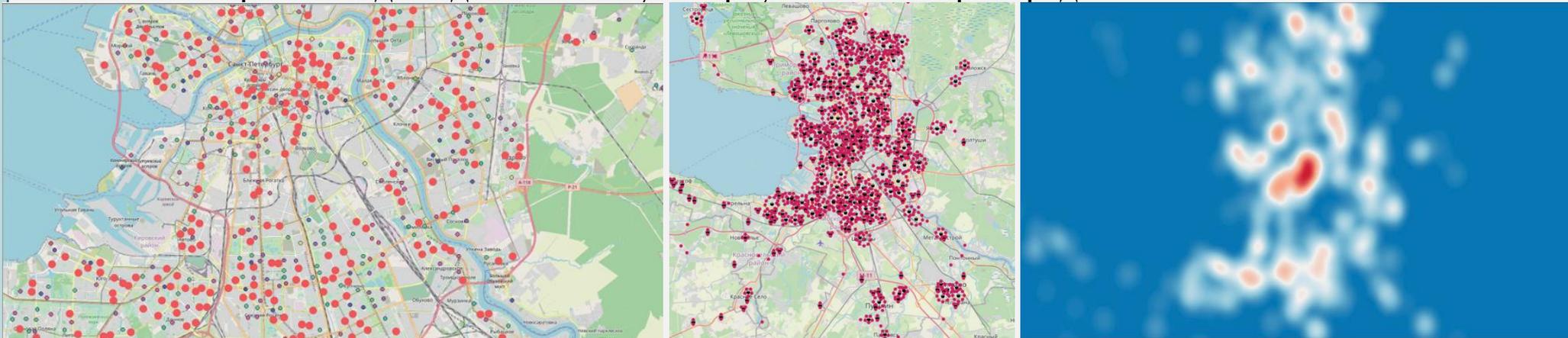
Как уже было отмечено выше, для различных типов геометрических примитивов существуют собственные типы символов.

В частности, для *точечных объектов* могут использоваться (рис. 66):

- смещение накладывающихся точек (*point displacement*) – позволяет показать все точки слоя, даже если они находятся в одном месте или в пределах заданного расстояния друг от друга, возможны варианты размещения по кругу, концентрическим кругам и сетке;

- кластеризация точек (*point cluster*) – собирает близко расположенные точечные объекты в один;

- теплокарта – создает динамическую карту плотности распределения объектов.



А) Смещение накладывающихся точек

Б) Кластеризация точек

В) Теплокарта

Рис. 66 – Типы символов точечных объектов в QGIS

(Источник – Балтыжакова Т. И. «Визуализация пространственных данных в QGIS»)



Главная

Содержание



Лекции

Лабораторные занятия

Назад

117

Закреть

Для *линейных объектов* существует только один характерный для них тип стиля: символизация с автоматическим объединением объектов (merged features), который позволяет визуально объединить объекты между собой.

Это объединение будет значительно зависеть от так называемой исходной символизации (sub renderer), которая может быть любым другим типом стиля объектов:

- простой символ (рис. 67);
- уникальные значения (рис. 67);
- градуированный знак;
- символизация на основе правил.

Фактически объединение будет происходить либо просто на основе расположения, если в качестве исходной символизации был использован простой символ, либо на основе тех атрибутов и правил, когда были использованы другие типы символов.

Так же как и для линейных объектов, для *полигонов* доступна символизация с автоматическим объединением объектов, где кроме перечисленных выше исходных добавлена символизация 2.5 D.

Уникальными только для полигональных объектов типами стиля являются:



Рис. 67 – Простой символ линейных объектов в QGIS (Источник – Балтыжакова Т. И. «Визуализация пространственных данных в QGIS»)

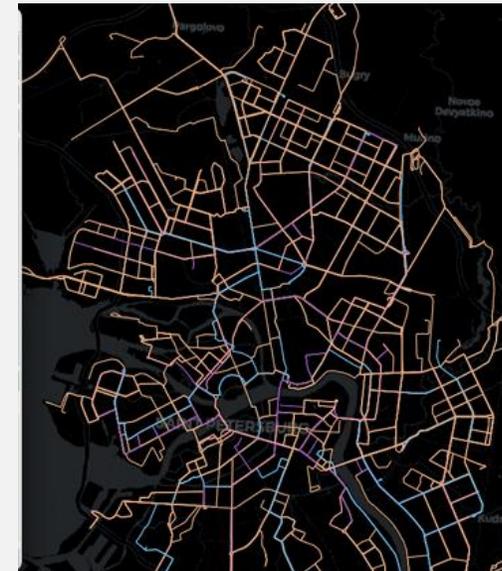


Рис. 68 – Уникальные значения линейных объектов в QGIS (Источник – Балтыжакова Т. И. «Визуализация пространственных данных в QGIS»)



Главная

Содержание



Лекции

Лабораторные занятия

Назад

118

Закреть

- инвертированные полигоны (inverted polygons) – позволяет делать заливку не внутрь контура, а вовне. Так же как и для символизации с автоматическим объединением объектов, остальные типы стилей могут выполнять роль исходной символизации;

- 2.5 D – позволяет создать изометрическую проекцию для полигонов (рис. 69).

Особенностью QGIS при создании стиля того или иного слоя является то, что любой символ может быть собран послойно из различных типов слоев знака.

Такие типы слоев различны для разных видов основных геометрических примитивов (точек, линий и полигонов), аналогично типам символов.

Следует помнить, что, как и слои проекта, эти слои перекрывают друг друга в порядке их перечисления: слои, находящиеся в описании выше, перекрывают более низкие. Остальные же типы слоев будут специфичны для конкретного типа геометрии.

Так, для *точечных объектов* существуют следующие типы слоев: простой маркер, анимированный маркер, эллиптический маркер, маркер с заливкой, шрифтовой маркер, растровый маркер SVG-маркер, маркер векторного поля.

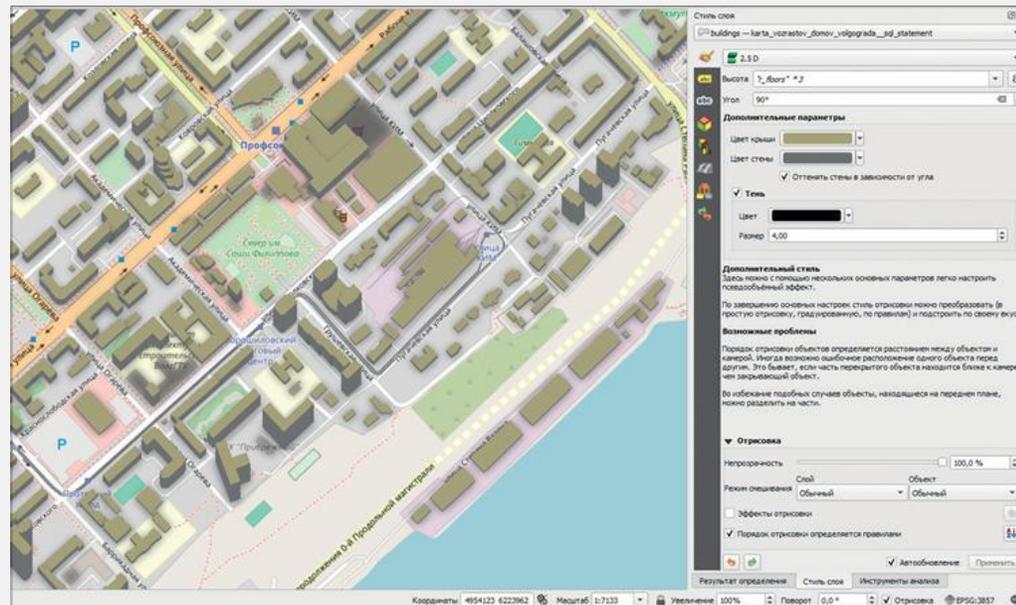


Рис. 69 – [Стиль 2.5 D полигоны в QGIS](#)



Главная

Содержание



Лекции

Лабораторные  
занятия

Назад

119

Закреть

Для *линейных объектов* выделяют следующие типы слоев: стрелка, штрихи вдоль линии, интерполированная линия, линия с градиентной заливкой, маркерная линия, линия из растров.,

Наибольшую свободу в настройке допускают *полигональные символы*, поскольку они могут быть отрисованы как полигоны с настраиваемой заливкой, так и в некоторых типах слоев как маркеры или обводки. Типом слоя по умолчанию здесь, как и в предыдущих типах объектов, будет являться простая заливка.

Некоторые из прочих типов слоев для полигонов основаны на маркерах, а некоторые – на линейных стилях. К числу прочих типов слоев для полигональных объектов относятся: отрисовка центроидов, градиентная заливка, заливка штриховкой, заливка точками, заливка маркерами со случайным размещением, заливка растром, заливка SVG-узором, заливка градиентом из центра, обводка.

Настройка подписей объектов доступна только для векторных слоев. Основные три типа подписей: обычные подписи – подписи на основе одного из атрибутов или выражения; подписи на основе правил – подход к созданию подписей, аналогичный стилизации на основе правил; препятствие для подписей – настройка подписей слоя как препятствий для подписей других слоев без их отображения.

Для подписей на основе правил существует несколько основных типов правил: запрет наложения на объекты – препятствует наложению подписей на объекты другого слоя; притяжение меток к объектам – притягивает подписи к объектам другого слоя, расположенным слишком далеко; отодвинуть метки от объектов – отодвигает подписи, слишком близко расположенные от объектов другого слоя; отодвинуть подписи от других подписей – препятствует слишком близкому размещению подписей друг к другу.



[Главная](#)

[Содержание](#)



[Лекции](#)

[Лабораторные занятия](#)

[Назад](#)

120

[Закреть](#)

Маски позволяют настроить наложение символов различных слоев. Это необходимо для улучшения читаемости карты и различения символов различных слоев. Маски добавляют настраиваемый прозрачный слой вокруг объектов, для того чтобы скрыть часть символов текущего слоя. В качестве слоя источника маски может быть задан только слой с точечными объектами. Для слоя источника маски он должен быть установлен как тип слоя символа в настройках стиля, а для того слоя, к которому маска будет применяться, он указывается в настройках маски.

#### 4. Добавление и редактирование карт-подложек.

Подложкой в ГИС называют то, что используется как фоновое изображение, как правило, это может быть карта в виде тайлов или какое-либо изображение (спутниковый снимок, растр с геопривязкой).

Тайл, или тайловая карта (рис. 70) – это карта, отображаемая в веб-браузере путем бесшовного соединения десятков индивидуально запрашиваемых файлов изображений или векторных данных.

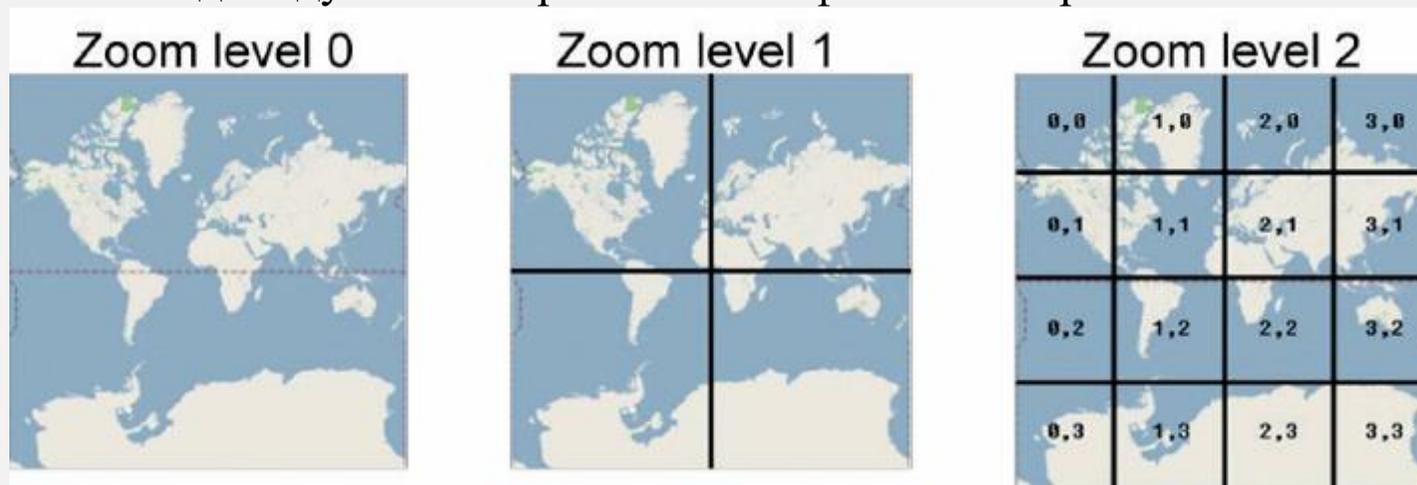


Рис. 70 – Тайловая карта

(Источник – Балтыжакова Т. И. «Визуализация пространственных данных в QGIS»)



[Главная](#)

[Содержание](#)



[Лекции](#)

[Лабораторные занятия](#)

[Назад](#)

121

[Закреть](#)

Подложка необходима для добавления контекста на карту, возможности ориентирования на местности, а также она может выполнять эстетическую функцию при подготовке и оформлении карт. По умолчанию на панели браузера нам доступны два варианта подложек в формате XYZ Tiles:

OpenStreetMap – подложка на основе данных OpenStreet Map;

Mapzen Global Terrain – подложка на основе сведений о рельефе.

По двойному клику левой кнопкой мыши вы можете добавить любую из них.

Для расширения перечня доступных подложек необходимо найти и установить модуль QuickMapServices.

Варианты взаимодействия с подложками сильно ограничены, но вы все равно можете немного их стилизовать при необходимости.

Основные варианты стилизации подложек – это тонирование и смешивание между собой.

Для того, чтобы тонировать подложку двойным кликом по названию слоя в панели слоев нужно открыть свойства слоя подложки. В настройках стиля есть пункт Тон, в котором нужно указать необходимость тонировки, выбрать цвет и интенсивность тонирования.

Так как исходная подложка нейтральна по цвету, тонирование практически полностью перекрасит ее в выбранный цвет.

Меньший показатель даст значительно меньшее изменение цвета исходной карты.

Кроме того, цвета подложки могут быть инвертированы для получения темной исходной карты из светлой или наоборот.

Некоторые комбинации цветов тонировки и инвертирования могут давать футуристичный эффект карты или помогать создавать дополнительный художественный эффект, соответствующий теме карты.



[Главная](#)

[Содержание](#)



[Лекции](#)

[Лабораторные занятия](#)

[Назад](#)

122

[Закреть](#)

## 5. Настройка макета и вывод изображений.

Макет – это отдельный раздел QGIS, где мы оформляем карту, превращая ее из совокупности слоев в изображение для печати. Именно там добавляются элементы карты: сетка координат, масштабная линейка. И там же можно подготовить изображение для экспорта в хорошем качестве или для печати.

Для создания нового макета необходимо перейти в строку меню: Проект → Создать макет. После этого вам будет предложено дать макету название (это не обязательно, если вы не назовете макет сами, то имя ему будет присвоено автоматически).

Макет будет открыт в новом окне, основные элементы которого показаны на рис. 71.

По центру окна размещается лист, на котором будет размещаться карта и все элементы, которые вам необходимы.

Параметры листа могут быть изменены в его свойствах, которые открываются по правому клику мыши, – Свойства страницы. После этого в панели свойств появится возможность выбора размера листа (как из стандартной линейки, так и пользовательского), его ориентации и цвета фона.

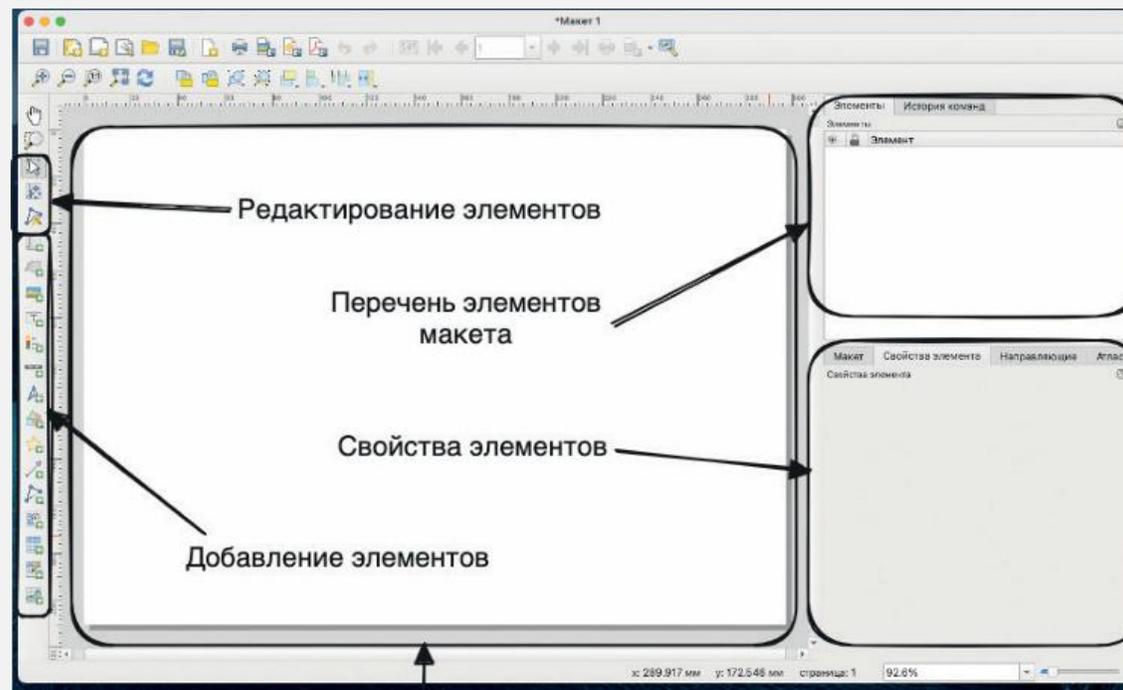


Рис. 71 – Окно макета (Источник – Балтыжакова Т. И. «Визуализация пространственных данных в QGIS»)



Главная

Содержание



Лекции

Лабораторные занятия

Назад

123

Закреть

Карта на макет добавляется либо из строки меню (Добавить элемент → Добавить карту), либо из панели с помощью значка . Для добавления ее на лист можно кликнуть в любом пустом месте. После этого будет открыто диалоговое окно для задания положения и размера элемента. Эти параметры можно оставить по умолчанию, так как сам элемент можно будет потом переместить по листу и поменять его размер.

После добавления карты в панели элементов она будет отображена как Карта 1 (при необходимости может быть переименована) – это ее уникальное имя, по которому к ней можно обращаться внутри макета. А в панели свойств элемента появятся ее настраиваемые характеристики.

Основными инструментами свойств элемента Карта являются:

- обновление карты  – обновление содержимого карты на макете после изменения перечня видимых слоев или изменения их стилей в основном рабочем пространстве программы;
- задание охвата   позволяет либо выбрать охват основного рабочего пространства для карты на макете, либо, наоборот, задать охват в основном рабочем пространстве, как для карты макета;
- задание масштаба   позволяет либо задать масштаб карты на макете та кой же, как в основном рабочем пространстве, либо наоборот – задать в рабочем пространстве масштаб, как на карте в макете;
- использование закладок  – позволяет центрировать карту на макете на основе имеющейся пространственной закладки на карте;
- изменения содержания  – инструмент, позволяющий сдвинуть содержимое карты на макете относительно рамки; настройка подписей – кастомизация подписей на карте;



[Главная](#)

[Содержание](#)



[Лекции](#)

[Лабораторные занятия](#)

[Назад](#)

124

[Закреть](#)

- отсечение объектов  дает возможность обрезать содержимое карты на основе заданных слоев или объектов.

Масштаб карты может быть задан количественно и в свойстве Масштаб. Также в основных свойствах может быть выбран нужный поворот карты.

По умолчанию карта на макете будет отрисована в системе координат проекта, но ее можно изменить независимо от системы координат слоев и проекта (аналогично перепроецированию на лету в рамках макета).

Содержимое карты на макете обновляется в соответствии с перечнем видимых в данный момент слоев в основном рабочем пространстве программы. В том случае, если вы хотите зафиксировать содержание карты и избежать ее постоянного обновления, можно воспользоваться опцией Зафиксировать слои. Параметр Зафиксировать стили слоев становится доступным после фиксации слоев и позволяет «заморозить» изменения стиля в соответствии с текущим оформлением.

Для добавления масштабной линейки на макет, как и для карты, можно воспользоваться как строкой меню Добавить элемент → Добавить масштабную линейку, так и кнопкой на панели слева Добавить масштабную линейку .

Легенда может быть добавлена аналогично предыдущим элементам: из строки меню или по кнопке на панели элементов .

По умолчанию в легенду добавляются все открытые в данный момент в проекте слои. Как правило, при оформлении карты все слои в легенду добавлять не нужно, так как какая-то часть слоев может иметь технический характер и быть не видна на карте, названия некоторых слоев могут не иметь большого значения для понимания карты (например, название использованной подложки).



[Главная](#)

[Содержание](#)



[Лекции](#)

[Лабораторные занятия](#)

[Назад](#)

125

[Закреть](#)

Содержимое легенды при необходимости можно отредактировать, отключив опцию Автообновление в свойствах элемента, после чего вам станет доступно ручное редактирование перечня слоев и их названий.

В том случае, если легенда получается слишком длинной, ее можно разбить на несколько столбцов с помощью параметра Колонки, где:

количество – нужное число колонок;

одинаковая ширина – установление одинаковой ширины для всех колонок (как правило, по самой длинной строке во всех колонках);

разбивать слои – параметр, который осуществляет перенос легенды одного слоя на следующую колонку для получения колонок одинаковой высоты.



*Главная*

*Содержание*



*Лекции*

*Лабораторные  
занятия*

*Назад*

**126**

*Закреть*

## ТЕМА 7. Связь ГИС с инновационными технологиями

1. [ГИС и большие данные.](#)
2. [ГИС и машинное обучение.](#)
3. [ГИС и искусственный интеллект.](#)
4. [ГИС и Интернет вещей.](#)
5. [ГИС и агентно-ориентированное моделирование.](#)
6. [ГИС и виртуальная реальность.](#)
7. [ГИС и дополненная реальность.](#)

### 1. ГИС и большие данные.

Появление больших данных повлияло на все отрасли. И конечно область геоинформационных технологий не стала исключением. Когда возможности больших данных и ГИС объединяются, это обеспечивает специалистам всеобъемлющую основу для больших измерений, многофакторного анализа, а также дает практически безграничные возможности для сложной пространственной визуализации. Большие данные могут использоваться не только для анализа, но и для прогнозирования будущего с помощью геопространственных сервисов, основанных на механизмах обработки больших данных.

*Прогнозная аналитика* – аналитика, основанная на разговорах в социальных сетях, данных мобильного телефона и поведении при просмотре веб-страниц, которая трансформирует маркетинговый ландшафт. Когда эти большие данные объединяются с приложениями ГИС, они предоставляют организациям пространственные атрибуты для анализа и прогнозирования потребностей клиентов и совершенствования их решений по управлению. ГИС помогает понять



[Главная](#)

[Содержание](#)



[Лекции](#)

[Лабораторные занятия](#)

[Назад](#)

127

[Закреть](#)

эти исходные данные, специфичные для конкретных регионов, чтобы помочь настроить локализованные маркетинговые стратегии, что особенно полезно в розничной торговле и электронной коммерции. Это приводит к превосходному обслуживанию клиентов, что увеличивает доходы и помогает повысить лояльность.

*Разработка политики экстренного реагирования.* ГИС и информация, которую она предоставляет с помощью прогностического моделирования, отлично подходят для разработки политики в области реагирования на стихийные бедствия, здравоохранения (эпиднадзор за заболеваниями) и выявления преступлений. Это те области, которые требуют быстрого и точного анализа обширных массивов данных. Пространственная визуализация расширяет возможности для принятия более эффективных и своевременных решений.

*Бизнес-аналитика.* Несколько показателей, к которым стремится большинство организаций – это прибыльность, более высокая рентабельность инвестиций, меньшее время выхода на рынок и более разумное взаимодействие с клиентами. Глубокие знания, полученные в результате конвергенции ГИС с большими данными, чрезвычайно помогают в достижении этой цели. Банки используют эти геопространственные данные для принятия решений о расширении или консолидации. Финансовые учреждения используют исходные данные для выявления заявлений о мошенничестве или оценки недвижимости на предмет риска стихийных бедствий, прежде чем предоставлять кредиты и страховки. Эта концепция значительно расширит возможности по борьбе с мошенничеством в финансовой отрасли.

*Моделирование и анализ климата.* Исторические климатические большие данные в сочетании с географическими данными настоящего времени помогают в моделировании климата. Эти модели помогают лучше понять изменения климата за длительные периоды времени. Они включают атмосферные, океанические и наземные процессы для более точного прогнозирования



[Главная](#)

[Содержание](#)



[Лекции](#)

[Лабораторные занятия](#)

[Назад](#)

128

[Закреть](#)

закономерностей изменения климата. Это помогает глубже понять изменения и рассмотреть их влияние для повышения устойчивости за счет более эффективных ответных мер.

Чтобы реализовать потенциал сочетания ГИС и больших данных, ГИС необходимо развивать и масштабировать. Учитывая мощь интернета и облачных технологий, это сочетание теперь доступно большинству отраслей, которые стремятся его использовать. ГИС может использоваться для представления всех видов и типов данных и привела к появлению веб-ГИС-платформ. Эти платформы используют преимущества больших данных, интернета вещей, облачных вычислений, более быстрых систем и всепроникающих устройств для разработки новых приложений и сценариев. Задача состоит в том, чтобы представить инновационные способы использования больших объемов данных для поиска трансформационных идей, которые приносят пользу развитию градостроительства и миру в целом.

Веб-ГИС объединяет все типы данных и проста в использовании благодаря совместному подходу, который помогает устранить многие разрозненные структуры. Это делает ГИС более доступной и социальной благодаря специализированным приложениям, картографированию, аналитике и многому другому. ГИС организует контент в виде веб-карт и сервисов в виде карт, изображений, табличных данных, контента социальных сетей и информации в режиме реального времени от датчиков. Вся эта гамма обеспечивает невероятную визуальную аналитику, подкрепленную мощью больших данных, которые помогают понимать и анализировать новые паттерны. Она также обладает еще одним превосходным свойством – возможностями управления контентом во всех отделениях для лучшей организации и совместной работы как органов публичной власти всех уровней, так и их взаимодействия с физическими и юридическими лицами.



[Главная](#)

[Содержание](#)



[Лекции](#)

[Лабораторные занятия](#)

[Назад](#)

129

[Закреть](#)

## 2. ГИС и машинное обучение.

Машинное обучение в ГИС способно значительно облегчить принятие решений на основе больших геоинформационных данных. На сегодняшний день существуют две категории машинного обучения – контролируемое и неконтролируемое. И обе они могут применяться к ГИС-приложениям различными способами.

*Контролируемое обучение* – это просто подгонка данных к функции для прогнозирования. Например, если вы нанесете на график миллионы выборочных точек, вы можете подогнать линию для аппроксимации функции.

*Неконтролируемое обучение* распознает, что представляют собой данные, используя шаблоны из немаркированных данных. Например, пользователь берет миллионы изображений и прогоняет их через обучающий алгоритм. После триллионов операций линейной алгебры он может получить новую картинку и разбить ее на кластеры. Самое важное в данной технологии, что машинное обучение направлено на оптимальное решение проблемы. Таким образом, пользователь автоматически учится сам по себе и совершенствуется на основе приобретенного опыта.

Пример: использование ГИС крупной сетью магазинов электроники. С помощью возможностей ГИС анализа и машинного обучения возможно:

- обоснованно выбирать места для новых магазинов;
- прогнозировать их оборот; улучшать процессы в уже открытых магазинах;
- предоставлять аналитику для роста онлайн продаж;
- автоматизировать принятие решений на основе аналитики данных для существующими магазинами.



[Главная](#)

[Содержание](#)



[Лекции](#)

[Лабораторные занятия](#)

[Назад](#)

130

[Закреть](#)

На данном этапе технологии машинного обучения совместно с ГИС способны определять не только наиболее привлекательное место для размещения магазинов сети, но и, например, автоматизировать работу по открытию магазинов. ГИС агрегирует информацию по всем этапам и позволяет в режиме «одного окна» контролировать сроки выполнения каждого этапа открытия магазина.

### 3. ГИС и искусственный интеллект.

В последнее время ГИС применяет искусственный интеллект (ИИ) в таких областях, как классификация, прогнозирование и сегментация. За последние десять лет наблюдается значительное сближение ГИС и искусственного интеллекта.

ГИС – это признанная технология, которая предоставляет обширные наборы данных и широкую сферу применения искусственного интеллекта.

*Основные задачи искусственного интеллекта в ГИС.* Применение ИИ в ГИС направлено на использование методов искусственного интеллекта для содействия интеллектуальной обработке информации в ГИС. На сегодняшний день эта технология предлагает множество решений для моделирования, например, для реальных приложений.

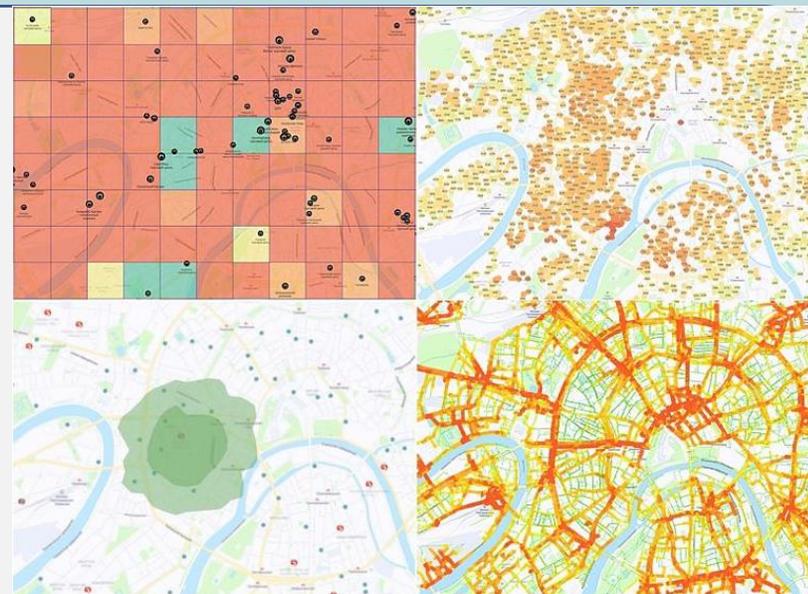


Рис. 71 – ГИС с алгоритмами машинного обучения (Автор – Артем Гудов, руководитель управления инвестиций группы «М.Видео-Эльдорадо»)



Главная

Содержание



Лекции

Лабораторные  
занятия

Назад

131

Закреть

Методы искусственного интеллекта в приложениях ГИС преследуют в основном следующие цели: усовершенствование подходов к работе с пространственными моделями; доступ к точности прогнозирования и возможностям метода пространственного моделирования независимо и в виде интегрированной модели для различных наборов данных; использование методов искусственного интеллекта для получения представления о важнейших пространственных функциях и процессах с помощью извлечения правил и тестов на чувствительность к факторам.

Применение искусственного интеллекта в ГИС возможно при выполнении следующих процессов:

- оптическое распознавание символов;
- распознавание рукописного ввода;
- распознавание речи;
- распознавание лиц;
- проектирование с использованием нейросети;
- компьютерное зрение;
- виртуальная реальность;
- обработка изображений.

Одна из основных задач ИИ в ГИС – это интеллектуальный анализ данных. Интеллектуальный анализ данных – важнейший этап в процессе обнаружения знаний, который автоматически обнаруживает закономерности в данных. Интеллектуальный анализ географических данных (GDM) – это тип интеллектуального анализа данных, который на правлен на применение стандартных инструментов интеллектуального анализа данных, модифицированных с учетом уникальных особенностей географических данных, а также целей и потребностей ГИС.



[Главная](#)

[Содержание](#)



[Лекции](#)

[Лабораторные занятия](#)

[Назад](#)

132

[Закреть](#)

#### 4. ГИС и Интернет вещей.

Одним из самых ярких примеров является использование смартфонов для сбора данных и мгновенный экспорт их атрибутов (название, координаты и т.д.) в ГИС. Ярким примером является программа Mergin, которая позволяет собирать данные в режиме реального времени при помощи приложения и экспортировать их в ГИС (рис. 72). Программа обладает большим количеством возможностей, таких как создание векторной геометрии, ввод атрибутивной информации и, что самое главное, экспорт в различных форматах в геоинформационную систему.

При помощи связки ГИС и смартфона возможно проводить натурный анализ территории с высокой точностью. Например, отмечать на территории расположение деревьев или фонарей. Бесспорным преимуществом такой системы является возможность делать отметки с точными координатами и атрибутами и экспортировать их в ГИС. Также при помощи сети возможно экспортировать данные в режиме реального времени. Собирать геоинформацию можно через различные GPS-трекеры, которые уже массово используются, например, в приложениях для записи беговых и вело-тренировок.

#### 5. ГИС и агентно-ориентированное моделирование.

Агентно-ориентированное моделирование – направление в имитационном моделировании, которое используется для исследования децентрализованных систем, динамика функционирования



Рис. 72 – [Программа Mergin, позволяющая собирать данные в режиме реального времени при помощи приложения и экспортировать их в ГИС](#)



[Главная](#)

[Содержание](#)



[Лекции](#)

[Лабораторные занятия](#)

[Назад](#)

133

[Закреть](#)

которых определяется не глобальными правилами и законами (как в других парадигмах моделирования), а наоборот, когда эти правила и законы являются результатом индивидуальной активности членов группы. Парадигма агентно-ориентированного моделирования (АВМ) стала мощным инструментом во многих сферах деятельности, таких как археология, экономика, здравоохранение, география, градостроительство и вычислительная социальная наука.

Агентно-ориентированные модели позволяют исследователям понять, как благодаря взаимодействию локальных индивидов (агентов) меняется глобальное состояние системы. Специалистам-практикам агентно-ориентированное моделирование позволяет строить модели сложных социальных явлений, моделируя взаимодействия многих действующих лиц в таких системах. Говоря о связке ГИС и агентно-ориентированного моделирования, мы имеем в виду модели, основанные на геопространственных агентах (то есть агентах, моделирующих пространственные и географические явления). По сути, геопространственная модель зависит от местоположения моделируемых объектов или явлений таким образом, что если одно или несколько из этих объектов и явлений изменяются, то меняется и сама модель (рис. 73).

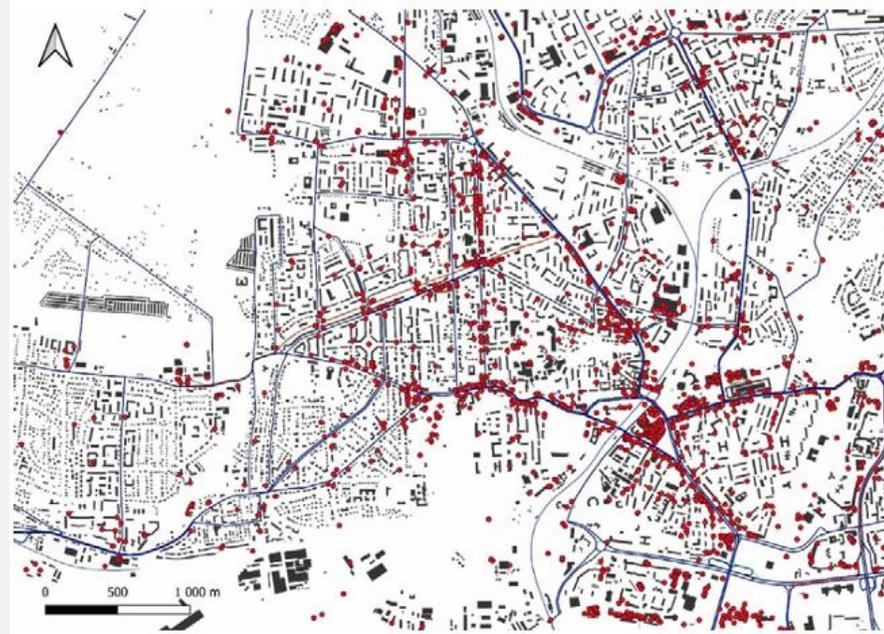


Рис. 73. Пример агентно-ориентированного моделирования в ГИС  
(Источник – А.А. Белал, А.Е. Коробейникова «Инновационные технологии в градостроительстве»)



[Главная](#)

[Содержание](#)



[Лекции](#)

[Лабораторные занятия](#)

[Назад](#)

134

[Закреть](#)

Географические информационные системы являются крайне полезным инструментом для представления входных и выходных данных модели геопространственного характера. Однако ГИС не очень хорошо подходят для динамического моделирования.

## **6. ГИС и виртуальная реальность.**

Интеграция виртуальной реальности (VR) в ГИС началась с 1990-х гг. К сегодняшнему дню виртуальная реальность в ГИС значительно изменилась — появились улучшенная интеграция данных и более мощные платформы, которые не требуют специализированных рабочих станций или высокопроизводительных вычислений. Переход от CityEngine к ESRI, к более специализированному программному обеспечению, такому как GeoScope, VR, или тому, что было названо VRGIS, теперь перешло в такие области, как использование в приложениях для обработки больших данных, виртуальная реальность на мобильных устройствах и возможность пользователям более легко создавать сложные визуализации виртуальной реальности без программирования.

Использование технологий виртуальной реальности и ГИС в градостроительной деятельности. Одной из областей, на которой сосредоточено внимание, является создание VR-приложений, обеспечивающих реалистичную визуализацию данных о транспортном трафике, а также для управления трафиком. Интеграция данных в реальном времени и в виртуальной реальности позволяет управлять дорожным движением, а также получать возможность прогнозировать модели на основе существующих или ожидаемых моделей. Такие приложения, как Xearth, включили в свою платформу данные 3D-модели зданий, информацию о жителях, данные о трафике в реальном времени и архивные данные о дорожном движении, что обеспечивает глубокое понимание городских данных и их взаимодействие. В качестве примера рассмотрим разработки в области VRGIS-технологий.



*Главная*

*Содержание*



*Лекции*

*Лабораторные  
занятия*

*Назад*

**135**

*Закреть*

Одной из самых ярких из них являются очки НМД, которые позволяют пользователям получать интерактивные впечатления при проведении сложного пространственного анализа (рис. 74). Пользователь может применить бесконтактное взаимодействие для управления данной 3D-сценой.

Другие разработки VRGIS заключались в понимании более сложных данных. Например, при моделировании климата, где многочисленные переменные часто делают понимание погодных явлений для некоторых регионов (например, АЗРФ) очень сложной задачей, разработки VRGIS рассматриваются как способ более простой визуализации сложных данных в та ких регионах.

Также в обозначенных приложениях наложение данных в 3D-среде позволяет пользователям запрашивать и просматривать другую соответствующую информацию, которая может указывать на более четкое понимание факторов, влияющих на климат.

## 7. ГИС и дополненная реальность.

Дополненная реальность (AR) позволяет взаимодействовать с внешним миром, улучшая или добавляя 3D-представления на дисплей смартфона. Несмотря на то, что технологии дополненной реальности все еще находятся в зачаточном состоянии, ГИС постепенно внедряет эту технологию



Рис. 74 – Очки виртуальной реальности обеспечивают бесконтактное взаимодействие для управления заданной 3D-сценой

(Источник – А.А. Белал, А.Е. Коробейникова  
«Инновационные технологии в градостроительстве»)



[Главная](#)

[Содержание](#)



[Лекции](#)

[Лабораторные занятия](#)

[Назад](#)

136

[Закреть](#)

в качестве средства концептуализации реальности. В 2021 г. компания vGIS выпустила видео, демонстрирующее подземные коммуникации в дополненной реальности (рис. 75).

Мы знаем, что подземные трубопроводы располагаются ниже уровня земли. Вместо того чтобы просто показывать уличный тротуар, дополненная реальность дает нам альтернативный вид на подземные коммуникации. Таким образом, специалистам не нужно физически вскрывать дорожное покрытие, чтобы проверить расположение коммуникаций.

Дополненная реальность совместно с ГИС-технологиями может стать отличным средством навигации. Особенно важное значение технология дополненной реальности в ГИС имеет для обеспечения навигации в сложных климатических условиях, например, в условиях полярной ночи в арктических городах.



Рис. 75 – Пример использования дополненной реальности совместно с ГИС для работы с подземными коммуникациями  
Источник – А.А. Белал, А.Е. Коробейникова  
«Инновационные технологии в градостроительстве»)



[Главная](#)

[Содержание](#)



[Лекции](#)

[Лабораторные занятия](#)

[Назад](#)

137

[Закреть](#)

### 3. ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

Лабораторное занятие 1. Геоинформационный анализ для решения градостроительных задач: классификация и выборка атрибутов пространственных данных.

Лабораторное занятие 2. Геоинформационный анализ для решения градостроительных задач: адресное геокодирование.

Лабораторное занятие 3. Геоинформационный анализ для решения градостроительных задач: загрузка и визуализация данных о рельефе выбранной территории в виде ЦМР.

Лабораторное занятие 4-5. Геоинформационный анализ для решения градостроительных задач: анализ благоприятности рельефа для градостроительного освоения территории.

Лабораторное занятие 6. Геоинформационный анализ для решения градостроительных задач: построение буферных зон.

Лабораторное занятие 7. Геоинформационный анализ для решения градостроительных задач: применение оверлейных операций для анализа городских территорий.

Лабораторное занятие 8. Геоинформационный анализ для решения градостроительных задач: анализ пешеходной доступности объектов интереса в городе.

Лабораторное занятие 9. Геоинформационный анализ для решения градостроительных задач: расчет плотности застройки.



*Главная*

*Содержание*



*Лекции*

*Лабораторные  
занятия*

*Назад*

**138**

*Закреть*

Лабораторное занятие 10-11. Геоинформационный анализ для решения градостроительных задач: функциональное зонирование территории.

Лабораторное занятие 12-13. Геоинформационный анализ для решения градостроительных задач: анализ комфортности улиц.

Лабораторное занятие 14-15. Геоинформационный анализ для решения градостроительных задач: градостроительный анализ территории.



*Главная*

*Содержание*



*Лекции*

*Лабораторные занятия*

*Назад*

**139**

*Закреть*

# ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

## Лабораторное занятие 1

### Геоинформационный анализ для решения градостроительных задач: классификация и выборка атрибутов пространственных данных

**Цель:** научиться проводить фильтрацию, агрегирование и классификацию пространственных данных для выявления ключевых характеристик (население, площадь) о районах г. Минска с использованием ГИС-инструментов.

**Задание.** Определить районы г. Минска с минимальной и максимальной численностью населения, минимальной и максимальной площадью.

Шаги выполнения задания:

1. С использованием модуля QuickMapServices загрузить пространственные данные о районах г. Минска (ключ `admin_level`).
2. Из атрибутивной таблицы данных выбрать только районы г. Минска (атрибутивный фильтр по полю).
3. Провести анализ атрибутов:
  - определить районы города с максимальным и минимальным населением (поле «Население»). В случае отсутствия атрибутов добавить поле самостоятельно;
  - определить районы города с максимальной и минимальной площадью (поле «Площадь»). В случае отсутствия атрибутов – посчитать через калькулятор площадного слоя.
4. Создать две тематических карты города Минска:
  - классификация по численности населения (визуализация цветом);
  - классификация по площади (визуализация цветом).



[Главная](#)

[Содержание](#)



[Лекции](#)

[Лабораторные занятия](#)

[Назад](#)

140

[Закреть](#)

## 5. Подготовить итоговые карты в виде изображения (PNG).

### Ожидаемые результаты:

Карта с выделенными:

- самым большим / маленьким районом по численности населения;
- самым большим / маленьким районом по площади.

Примеры оформления итоговых карт показаны на модели Московской области (рис. 76 – 77).

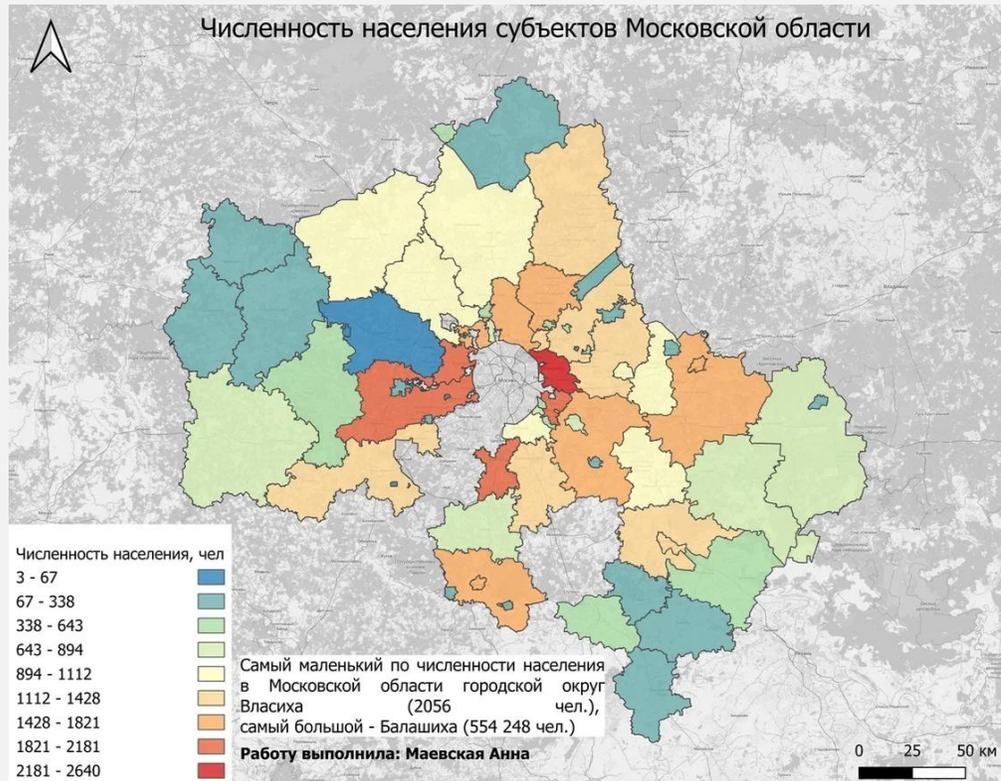


Рис. 76 – Пример карты, выполненной на основе показателя численности населения

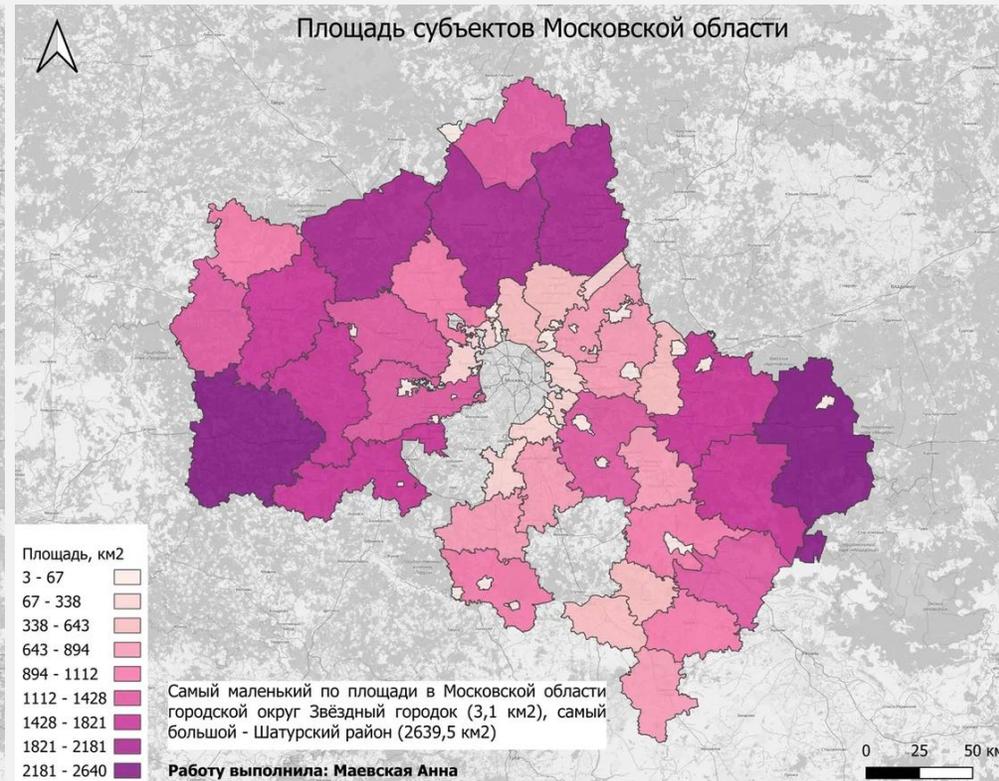


Рис. 77 – Пример карты, выполненной на основе показателя площади территории



Главная

Содержание



Лекции

Лабораторные занятия

Назад

141

Закреть

## Лабораторное занятие 2

### Геоинформационный анализ для решения градостроительных задач: адресное геокодирование

**Цель:** научиться создавать новые наборы пространственных данных с использованием геокодирования, визуализировать множества точек с помощью ядерной оценки плотности.

**Задание.** Определить наименьшую и наибольшую плотность объявлений о продаже недвижимости для одного из районов г. Москва.

Шаги выполнения задания:

1. Загрузить таблицу адресов в QGIS.
2. Выполнить геокодирование с использованием сервиса Nominatim.
3. Проанализировать результат, определить проблемы, мешающие геокодированию.
4. Исправить таблицу в соответствии с выявленными проблемами.
5. Повторно выполнить геокодирование, получить координаты точек, заданных адресами.
6. Выполнить ядерную оценку плотности полученных точек.
7. Визуализировать результат в виде карты.

Ожидаемые результаты: карта ядерной оценки плотности объявлений о продаже недвижимости (рис.78).



Рис. 78 – Пример оформления карты



Главная

Содержание



Лекции

Лабораторные  
занятия

Назад

142

Закреть

## Лабораторное занятие 3

### Геоинформационный анализ для решения градостроительных задач: загрузка и визуализация данных о рельефе выбранной территории в виде ЦМР

**Цель:** освоить методы работы с цифровыми моделями рельефа выбранной территории (ЦМР), научиться загружать, обрабатывать и визуализировать данные о рельефе в ГИС-среде (QGIS).

**Задание.** Создать цифровую модель рельефа выбранной территории.

Шаги выполнения задания:

1. Получить данные ЦМР (SRTM, ASTER GDEM, или локальные данные в формате GeoTIFF) и импортировать их в QGIS.
2. Построить изолинии.
3. Выполнить градуировку модели цветом по высотности через настройки стилей.
4. Подготовить итоговую карту в виде изображения (PNG).

Ожидаемые результаты: карта рельефа выбранной территории (рис. 79).

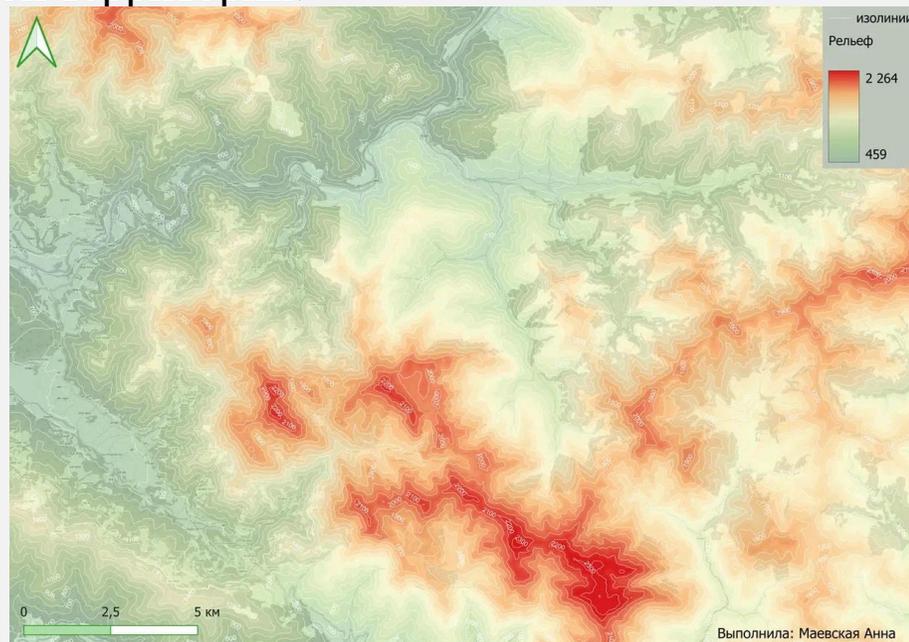


Рис. 79 – Пример оформления карты



Главная

Содержание



Лекции

Лабораторные  
занятия

Назад

143

Закреть

## Лабораторное занятие 4-5

### Геоинформационный анализ для решения градостроительных задач: анализ благоприятности рельефа для градостроительного освоения территории

**Цель:** освоить методы работы с цифровыми моделями рельефа выбранной территории (ЦМР), научиться загружать, обрабатывать и визуализировать данные о рельефе в ГИС-среде (QGIS).

**Задание.** Выполнить ГИС-анализ благоприятности рельефа для градостроительного освоения территории.

Шаги выполнения задания:

1. Импортировать ЦМР в QGIS, проверить корректность данных. При необходимости – обрезать по границе территории.
2. Рассчитать уклон с использованием инструмента «Уклон» в градусах, или процентах.
3. Классифицировать уклон (например: 0-5 – благоприятно; 5-15 – ограничено; >15 – неблагоприятно) и построить профили.
4. Рассчитать экспозицию с применением инструмента «Экспозиция». Выделить южные и северные склоны.
5. Наложить карты уклонов и экспозиции для выявления оптимальных зон. Создать карты благоприятности, например через булевы операции, или реклассификацию.
6. Построить тематические карты с легендой. Оценить долю благоприятных и неблагоприятных территорий.

Главная

Содержание



Лекции

Лабораторные  
занятия

Назад

144

Закреть

## Ожидаемые результаты (рис. 80):

1. Карты уклонов и экспозиции территории.
2. Карта зонирования по степени благоприятности для градостроительства.
3. Выводы о пригодности участков для застройки с учетом рельефа.

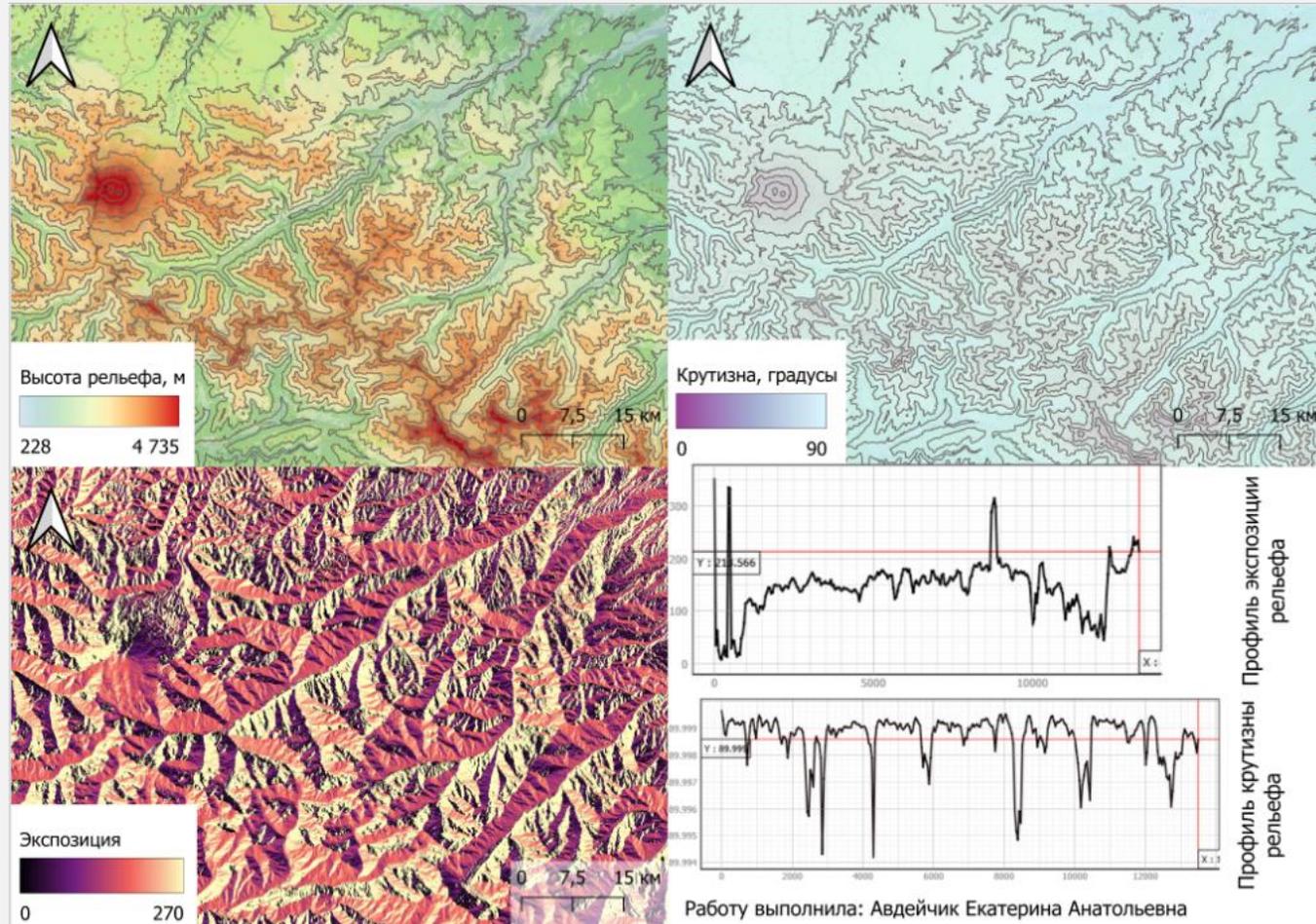


Рис. 80 – Пример оформления работы



Главная

Содержание



Лекции

Лабораторные  
занятия

Назад

145

Закреть

## Лабораторное занятие 6

### Геоинформационный анализ для решения градостроительных задач: построение буферных зон

**Цель:** освоить методы анализа пространственных взаимодействий и взаимосвязей между географическими объектами путем определения зон заданного расстояния (буферных зон).

**Задание.** Используя инструмент построения буферных зон, провести анализ нормативной обеспеченности территории жилого комплекса детскими садами, школами, поликлиниками.

#### Шаги выполнения задания:

1. Загрузить исходные данные (граница жилого комплекса, полигональный слой зданий детских садов / школ / поликлиник, точечный слой входов в здания).
2. В отдельности для каждого слоя применить инструмент «Буфер». Задать радиус буфера в соответствии с градостроительными нормативами размещения для соответствующих типов объектов.
3. Визуализировать результат, оформить карту.
4. Проанализировать итог.

#### Ожидаемые результаты:

1. Карта нормативной обеспеченности территории жилого комплекса детскими садами (рис. 81).
2. Карта нормативной обеспеченности территории жилого комплекса школами.
3. Карта нормативной обеспеченности территории жилого комплекса поликлиниками.



Рис. 81 – Пример оформления карты



[Главная](#)

[Содержание](#)



[Лекции](#)

[Лабораторные занятия](#)

[Назад](#)

146

[Закреть](#)

## Лабораторное занятие 7

### Геоинформационный анализ для решения градостроительных задач: применение оверлейных операций для анализа городских территорий

**Цель:** научиться рассчитывать соотношение различных явлений на регулярной сетке с использованием векторного оверлея.

**Задание.** Проанализировать разнообразие земельного покрова территории выбранного города, рассчитав для каждого квадрата регулярной сетки долю и разнообразие типов ландшафта с помощью операций векторного оверлея.

#### Шаги выполнения задания:

1. Добавить на карту слои типов объектов и регулярную сетку, оформить их.
2. Произвести оверлей и слияние объектов в пределах ячеек.
3. Рассчитать площадь объектов.
4. Присоединить поля площади к таблице регулярной сетки и рассчитать площадь оставшихся объектов.
5. Визуализировать результат.

**Ожидаемые результаты:** карта соотношения различных типов земельного покрова (рис. 82).

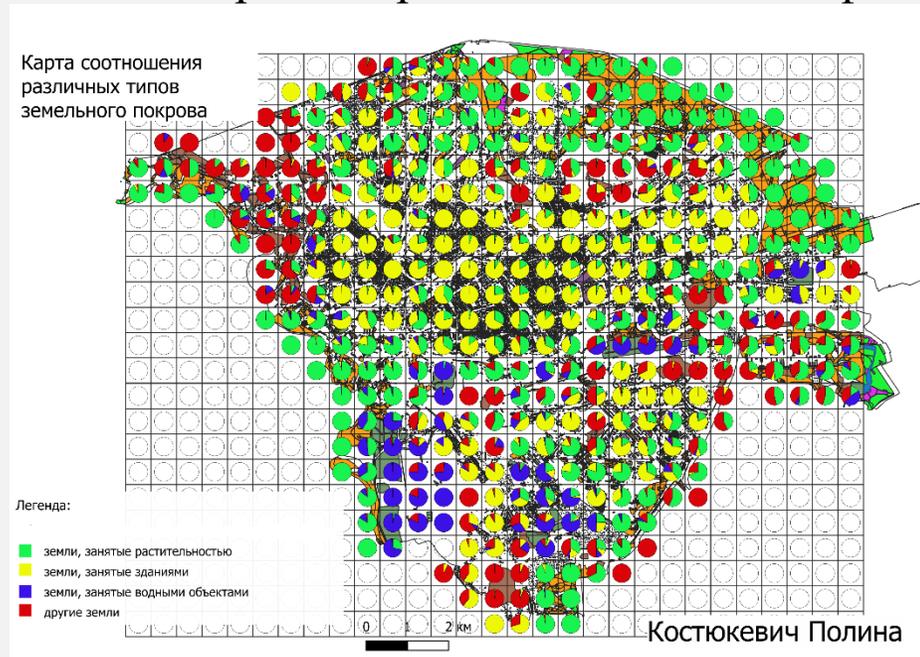


Рис. 82 – Пример выполненной работы

Главная

Содержание



Лекции

Лабораторные занятия

Назад

147

Закреть

## Лабораторное занятие 8

### Геоинформационный анализ для решения градостроительных задач: анализ пешеходной доступности объектов интереса в городе

**Цель:** освоить методы построения временных изохрон для анализа пешеходной доступности ключевых объектов городской инфраструктуры с использованием ГИС-технологий.

**Задание.** Выполнить анализ доступности остановочных пунктов в одном из микрорайонов г. Бреста (по выбору).

**Шаги выполнения задания:**

1. Загрузить и подготовить данные (УДС, остановочные пункты).
2. Построить изохроны остановочных пунктов с временным интервалом 15 минут.
3. Присвоить сегментам УДС, попавшим внутрь изохрон, атрибут времени, которое требуется для достижения границы полигона, а также разбить их по границам этих полигонов.
4. Визуализировать результат.

**Ожидаемые результаты:** карта пешеходной доступности остановочных пунктов (рис. 83).

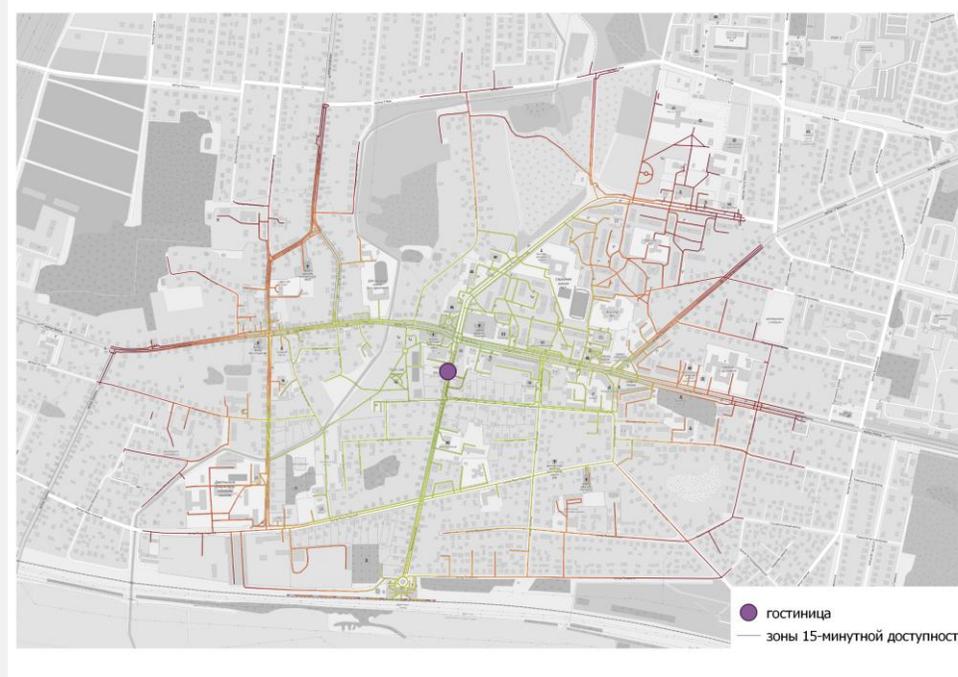


Рис. 83 – Пример выполненной работы



Главная

Содержание



Лекции

Лабораторные  
занятия

Назад

148

Закреть

## Лабораторное занятие 9

### Геоинформационный анализ для решения градостроительных задач: расчет плотности застройки

**Цель:** освоить методику агрегирования пространственных данных для получения сводных характеристик по городским кварталам.

**Задание.** Рассчитать плотность застройки кварталов выбранного участка городской территории.

Шаги выполнения задания:

1. Загрузить данные о застройке и о территории, на которой она расположена (о кварталах).
2. В таблице атрибутов посчитать суммы площадей следов всех зданий и суммы площадей всех этажей всех зданий.
3. Выполнить объединение атрибутов по расположению.
4. Рассчитать коэффициент застройки.
5. Рассчитать коэффициент плотности застройки.
6. Визуализировать результат.

Ожидаемые результаты:

1. Карта коэффициента застройки выбранной территории (рис. 84).
2. Карта коэффициента плотности застройки выбранной территории (рис. 85).



[Главная](#)

[Содержание](#)



[Лекции](#)

[Лабораторные  
занятия](#)

[Назад](#)

149

[Закреть](#)

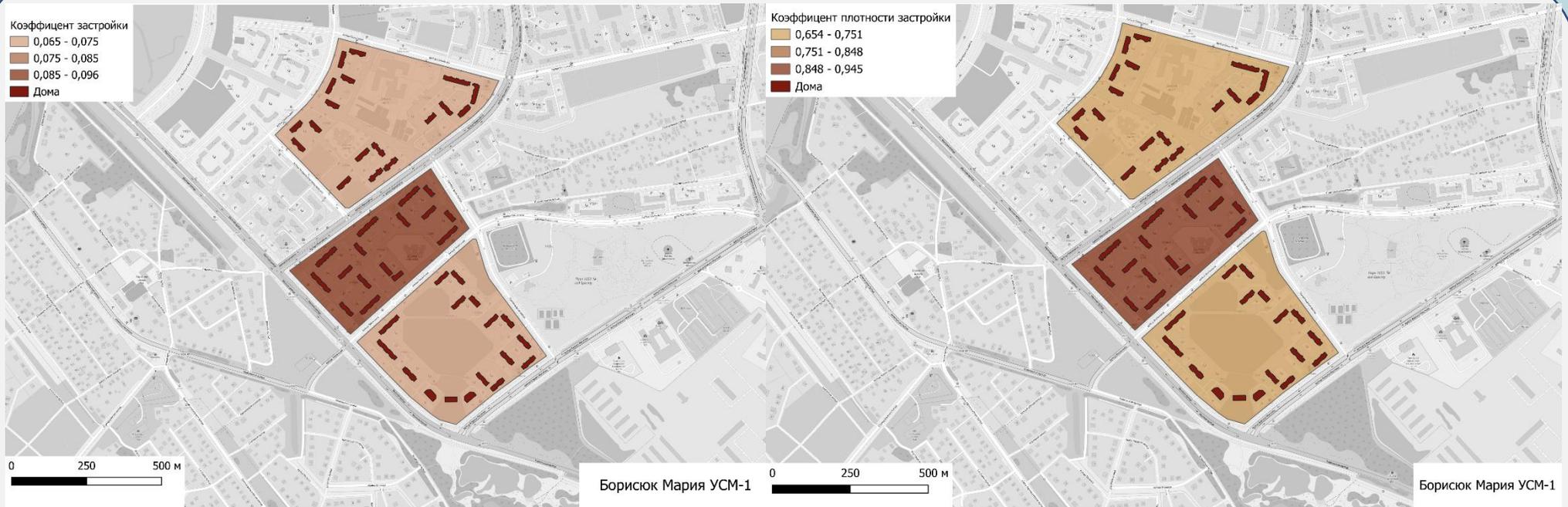


Рис. 84 – Пример карты с рассчитанным коэффициентом застройки

Рис. 85 – Пример карты с рассчитанным коэффициентом плотности застройки



*Главная*

*Содержание*



*Лекции*

*Лабораторные занятия*

*Назад*

**150**

*Закреть*

## Лабораторное занятие 10-11

### Геоинформационный анализ для решения градостроительных задач: функциональное зонирование территории

**Цель:** освоение навыков создания векторных пространственных объектов путем векторизации растра.

**Задание.** Выполнить геопривязку генерального плана г. Бреста и создать на его основе карту функционального зонирования одного из микрорайонов города.

Шаги выполнения задания:

1. С использованием модуля QuickMapServices загрузить базовую карту OpenStreetMap и масштабировать ее до территории г. Бреста.
2. Привязать растровую карту генерального плана г. Бреста.
3. Для привязанной растровой карты установить прозрачность 50%.
4. Добавить слой с границами микрорайонов г. Бреста.
5. Из атрибутивной таблицы слоя микрорайонов выбрать только один картируемый микрорайон.
6. Обрезать растр по границе выбранного микрорайона.
7. Создать полигональный шейп-файл.
8. Выполнить оцифровку функциональных зон.
9. Оформить картографическое изображение, создать макет компоновки.

Ожидаемые результаты: карта функционального зонирования одного из микрорайонов территории г. Бреста.



[Главная](#)

[Содержание](#)



[Лекции](#)

[Лабораторные  
занятия](#)

[Назад](#)

151

[Закреть](#)

## Лабораторное занятие 12-13

### Геоинформационный анализ для решения градостроительных задач: анализ комфортности улиц

**Цель:** освоить навыки сбора, обработки и пространственного анализа геоданных для комплексной оценки комфортности городских улиц.

**Задание.** Создание серии тематических карт, отражающих различные аспекты комфортности улиц г. Бреста.

#### Шаги выполнения задания:

1. В полевых условиях собрать данные для ключевого участка, ограниченного улицами проспект Машерова, б-р. Космонавтов, ул. Советская, ул. Гоголя по следующим параметрам для каждой улицы: количество объектов общественного питания, наличие малых архитектурных форм (присутствуют / отсутствуют), обеспеченность урнами, количество эстетических элементов.
2. Загрузить подложку OpenStreetMap.
3. С помощью плагина QuickMapServices загрузить линейный слой улиц ограничивающих ключевой участок и попадающих в него.
4. Заполнить полевыми данными атрибутивную таблицу слоя с улицами.
5. Для каждого из 4-х показателей создать отдельную тематическую карту, используя пошаговую визуализацию.

#### Ожидаемые результаты (рис. 49):

1. Карта обеспеченности улиц объектами общественного питания.
2. Карта обеспеченности улиц малыми архитектурными формами.
3. Карта обеспеченности улиц урнами.
4. Карта обеспеченности улиц эстетическими элементами.



[Главная](#)

[Содержание](#)



[Лекции](#)

[Лабораторные  
занятия](#)

[Назад](#)

152

[Закреть](#)

## Лабораторное занятие 14-15

### Геоинформационный анализ для решения градостроительных задач: градостроительный анализ территории

**Цель:** применение навыков геоаналитики для решения задач градостроительного анализа территории с применением ГИС-технологий.

**Задание.** Выполнить градостроительный анализ одного из малых городов Беларуси.

Шаги выполнения задания:

Используя навыки применения инструментов QGIS, полученные при выполнении предыдущих лабораторных работ, необходимо:

1. Выполнить анализ рельефа территории.
2. Проанализировать разнообразие типов земельного покрова в городе.
3. Выполнить анализ доступности остановочных пунктов в городе.
4. Провести классификацию зданий города по этажности / по году застройки.
5. Создать карту плотности распределения объектов социального обслуживания в городе.
6. Для каждого вида анализа создать отдельную тематическую карту, используя пошаговую визуализацию.

Ожидаемые результаты: презентация с серией тематических карт и градостроительным анализом города на их основе.



[Главная](#)

[Содержание](#)



[Лекции](#)

[Лабораторные занятия](#)

[Назад](#)

153

[Закреть](#)

## 4. ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ

1. Понятие о ГИС.
2. Эволюция ГИС.
3. Геоаналитика для решения задач градостроительного анализа.
4. Направления применения геоаналитики.
5. ГИС для решения задач градостроительного анализа.
6. Примеры применения ГИС в градостроительном планировании и землепользовании.
7. Базовые компоненты и функции ГИС.
8. Системы координат в ГИС.
9. Подход к классификации ГИС.
10. Понятие о настольных ГИС.
11. Понятие о веб-ГИС.
12. Понятие о мобильных ГИС.
13. История создания программного комплекса QGIS.
14. Интерфейс QGIS.
15. Модули (плагины) QGIS.
16. Общее понятие о пространственных данных и их моделировании.
17. Особенности векторных и растровых моделей данных.
18. Основные форматы хранения векторных моделей данных в QGIS: их преимущества и недостатки.
19. Понятие о базе пространственных данных.
20. Специфика работы с таблицей атрибутов.



*Главная*

*Содержание*



*Лекции*

*Лабораторные  
занятия*

*Назад*

**154**

*Закреть*

- [21. Источники векторных данных в ГИС.](#)
- [22. Источники растровых данных в ГИС.](#)
- [23. Национальная инфраструктура пространственных данных.](#)
- [24. Информационные ресурсы пространственных данных в Республике Беларусь.](#)
- [25. Отличие геоинформационного анализа от пространственного.](#)
- [26. Основы пространственного анализа.](#)
- [27. Направления применения пространственного анализа в градостроительстве.](#)
- [28. Картометрические функции.](#)
- [29. Геокодирование.](#)
- [30. Создание моделей поверхностей.](#)
- [31. Построение буферных зон.](#)
- [32. Оверлейные операции.](#)
- [33. Сетевой анализ.](#)
- [34. Агрегирование данных.](#)
- [35. Зонирование.](#)
- [36. Специализированный анализ.](#)
- [37. Принципы визуализации данных.](#)
- [38. Способы визуализации пространственных данных: карты символов.](#)
- [39. Способы визуализации пространственных данных: картограммы.](#)
- [40. Способы визуализации пространственных данных: карты потоков.](#)
- [41. Способы визуализации пространственных данных: карты изолиний.](#)
- [42. Способы визуализации пространственных данных: картодиаграммы.](#)



*Главная*

*Содержание*



*Лекции*

*Лабораторные  
занятия*

*Назад*

**155**

*Закреть*

[43. Стили слоев QGIS.](#)

[44. Добавление и редактирование карт-подложек.](#)

[45. Настройка макета и вывод изображений.](#)

[46. ГИС и большие данные.](#)

[47. ГИС и машинное обучение.](#)

[48. ГИС и искусственный интеллект.](#)

[49. ГИС и Интернет вещей.](#)

[50. ГИС и агентно-ориентированное моделирование.](#)

[51. ГИС и виртуальная реальность.](#)

[52. ГИС и дополненная реальность.](#)



*Главная*

*Содержание*



*Лекции*

*Лабораторные  
занятия*

*Назад*

**156**

*Закреть*

## ЛИТЕРАТУРА

1. Балтыжакова Т. И. Визуализация пространственных данных в QGIS. – М.: ДМК Пресс. – 320 с.: ил.
2. Белал, А. А. Инновационные технологии в градостроительстве [Электронный ресурс] : [учебное пособие для обучающихся по направлению подготовки 07.03.04 Градостроительство] / А. А. Белал, А. Е. Коробейникова ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, кафедра градостроительства. М. : Издательство МИСИ – МГСУ, 2023. – URL: <http://lib.mgsu.ru>.
3. Гурьянова, Л. В. Оценка недвижимости : курс лекций / Л. В. Гурьянова, В. А. Кухарчик. – Минск : БГУ, 2011. – 136 с.
4. Картоведение: Учебник для вузов / А. М. Берлянт [и др.]; под ред. А. М. Берлянта. – М. : Аспект Пресс, 2003. – 477 с.
5. Курлович, Д. М. ГИС-анализ и моделирование / Д. М. Курлович ; Белорусский государственный университет. – Минск : БГУ, 2018. – 167 с.
6. Лурье, И. К. Геоинформационное картографирование: методы геоинформатики и цифровой обработки космических снимков : учебник / И. К. Лурье. – М. : Книжный дом Университет, 2010. – 424 с.
7. Основы геоинформатики: В 2 кн. Кн. 1.: Учеб. пособие для студ. вузов / Е. Г. Капралов, А. В. Кошкарев, В. С. Тикунов [и др.] ; ред. В. С. Тикунов. – М. : Издательский центр «Академия», 2004. – 348 с.
8. Токарчук, С.М. ГИС-технологии с основами геоинформатики : курс лекций / С. М. Токарчук, Д. А. Трофимчук. – Брест : БрГУ им. А.С. Пушкина, 2022. – 119 с.

[Главная](#)

[Содержание](#)



[Лекции](#)

[Лабораторные занятия](#)

[Назад](#)

157

[Закреть](#)

## ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ

1. Анализ городских данных: визуализация и повествование <https://schoolofcities.github.io/urban-data-storytelling/>
2. История ГИС <https://www.esri-cis.com/ru-ru/what-is-gis/history-of-gis>
3. Картетика <https://cartetika.ru>
4. 3D-каталог 2.75 миллиардов зданий <https://github.com/zhu-xlab/GlobalBuildingAtlas>

*Главная*

*Содержание*



*Лекции*

*Лабораторные  
занятия*

*Назад*

**158**

*Закреть*