



БАЛТИЙСКИЙ
ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ ИММАНУИЛА КАНТА

Н. С. Белов, Т. В. Шаплыгина, И. И. Волкова

**ГИС-КАРТОГРАФИРОВАНИЕ
ДЛЯ РЕШЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАДАЧ
В ОБЛАСТИ ГЕОЭКОЛОГИИ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ**

Учебное электронное издание

Калининград
2025

БАЛТИЙСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ им. ИММАНОУИЛА КАНТА

Н. С. Белов, Т. В. Шаплыгина, И. И. Волкова

ГИС-КАРТОГРАФИРОВАНИЕ
ДЛЯ РЕШЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАДАЧ
В ОБЛАСТИ ГЕОЭКОЛОГИИ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

Учебное пособие

Учебное электронное издание

Калининград
Издательство Балтийского федерального университета им. И. Канта
2025

© БФУ им. И. Канта, 2025
ISBN 978-5-9971-0940-0

Рецензенты

И. С. Гуменюк, канд. геогр. наук, доц., Институт управления и территориального развития»; и. о. директора Центра геополитических исследований Балтийского региона, Балтийский федеральный университет им. И. Канта;
А. Р. Данченков, канд. геогр. наук, научный сотрудник
Лаборатории прикладной океанологии АО ИО РАН

Белов, Н. С.

ГИС-картографирование для решения практических задач в области геоэкологии и природопользования : учебное пособие / Н. С. Белов, Т. В. Шаплыгина, И. И. Волкова [Электронный ресурс] : учебное электронное издание. — Калининград : Издательство БФУ им. И. Канта, 2025. — <https://publish.kantiana.ru/catalog/non-periodical/uchebnye-posobiya/978-5-9971-0940-0/>

Рассматривается применение геоинформационных систем в решении практических задач геоэкологии и природопользования. Предоставлены теоретические основы и практические рекомендации для проведения комплексного анализа пространственных данных, моделирования экологических систем и разработки стратегий устойчивого природопользования.

Адресовано широкому кругу специалистов, включая экологов, географов, геологов и представителей других смежных дисциплин. Предназначено для подготовки студентов направления бакалавриата «Экология и природопользование», изучающих дисциплины, связанные с картографированием.

© Белов Н. С., Шаплыгина Т. В.,
Волкова И. И., 2025
© БФУ им. И. Канта, 2025
ISBN 978-5-9971-0940-0

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
1. Введение в геоинформационные системы	5
1.1. Типы данных в ГИС.....	6
1.2. Преимущества визуализации данных в ГИС.....	8
1.3. Методы тематической визуализации карт.....	9
1.4. Принципы и методы ГИС в геоэкологических исследованиях.....	10
1.5. Тенденции развития ГИС в геоэкологии.....	11
1.6. Виды и типы современных (и не очень) ГИС-пакетов.....	11
2. Практические задачи в геоэкологии, решаемые с применением ГИС	17
2.1. Работа с табличными данными в среде Qgis.....	17
2.2. Буферные зоны в среде Qgis.....	25
2.3. Интерполяционные поверхности в среде Qgis.....	33
3. Практические задачи в геоэкологии, решаемые с применением векторного редактора (на примере CorelDRAW)	46
3.1. Картографирование экологических показателей на основе растрового изображения.....	47
3.2. Картографирование природопользования на основе спутникового снимка....	52
3.3. Картографирование природно-хозяйственной системы страны.....	56
3.4. Картографирование показателей качества природных компонентов.....	60
3.5. Картографирование показателей качества окружающей среды.....	67
3.6. Картографирование экологической ситуации.....	69
3.7. Использование векторных редакторов для видеоэкологической оценки.....	74
Заключение: синтез геоинформатики и графического дизайна в геоэкологических исследованиях	79
Список рекомендуемой литературы	80

ВВЕДЕНИЕ

Данное учебное пособие посвящено использованию геоинформационных систем (ГИС) в геоэкологических исследованиях. В нем рассматриваются некоторые аспекты теоретических основ ГИС, а также практические примеры их применения для решения широкого круга задач, связанных с оценкой состояния окружающей среды, мониторингом природных ресурсов и планированием природоохранных мероприятий. ГИС — это мощный инструмент, позволяющий объединять разнородные данные о геологической среде, почвах, растительности, животном мире и антропогенном воздействии, что делает его незаменимым для комплексной оценки экологического состояния территорий и принятия обоснованных управленческих решений.

С целью оптимизации объема в пособии не будет использовано слишком большого количества иллюстраций, так как данное пособие, во-первых, охватывает достаточно большой круг типовых и вместе с тем разнородных задач, во-вторых, это не пошаговая инструкция по использованию программ, в-третьих, программы имеют свойство обновляться, а вместе с обновлениями часто меняются местоположения пунктов меню или элементы интерфейса.

Пособие будет полезно студентам, аспирантам, научным сотрудникам и специалистам, занимающимся экологическим мониторингом и управлением природными ресурсами.

1. ВВЕДЕНИЕ В ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ

ГИС — это интегрированная система, которая сочетает в себе аппаратное и программное обеспечение для сбора, хранения, анализа и отображения географической информации. Основные компоненты ГИС включают:

- пространственные и атрибутивные данные, которые могут быть представлены в виде карт, таблиц и баз данных;
- инструменты для анализа данных, визуализации и управления проектами;

- компьютеры и серверы, на которых работают ГИС-программы;
- специалистов, использующих ГИС для решения конкретных задач.

Любая ГИС выполняет несколько ключевых функций:

- интеграцию различных источников данных, включая спутниковые снимки, карты и базы данных;
- эффективное управление большими объемами пространственной информации;
- применение различных методов анализа для выявления закономерностей и тенденций;
- создание карт и графиков для представления результатов анализа.

Как и любые другие программные комплексы, ГИС имеют свою собственную, специфическую классификацию и отличительный признак, позволяющий говорить, что это именно ГИС, а не векторный редактор. Этим признаком является возможность производить аналитические операции, то есть производить вычисления. Существует много классификаций ГИС, но мы рассмотрим их по типу анализа.

1. Пространственно-временные ГИС (spatio-temporal GIS). Специально созданы для работы с данными, которые изменяются во времени и пространстве. Эти системы позволяют отслеживать изменения. Например, использование спутниковых данных для мониторинга изменений ледяного покрова или изменений в землепользовании в течение времени. В настоящий момент чаще используют термин пространственно-временные данные для базовых ГИС, поэтому данный тип мы относим к категории вымирающих.

2. Интегрированные ГИС (ИГИС). Обладают возможностями цифровой обработки изображений, что позволяет обрабатывать растровые и векторные данные. Такие системы могут автоматически вводить данные из различных источников, включая спутниковые изображения и наземные датчики. ИГИС поддерживают создание интерактивных карт и графиков, что улучшает понимание пространственных и временных изменений. В свое время они разви-

вались параллельно с основными ГИС-пакетами и давали возможности, недоступные им. В настоящий момент используются крупными компаниями в области обработки данных дистанционного зондирования.

3. **Полимасштабные ГИС (multiscale GIS)** обеспечивают возможность работы с данными на разных масштабах, что позволяет визуализировать их на любом уровне детализации без потери качества, или, научно говоря, дают возможность масштабно-независимого представления данных. Кроме того, пользователи могут проводить анализ как на глобальном, так и на локальном уровне, что полезно для решения различных задач — от оценки экологической ситуации до планирования городского развития. В настоящий момент самый распространенный тип ГИС.

4. **ИИ ГИС (ГИС с искусственным интеллектом)**. Этот тип, так сказать, еще на стадии теоретического обоснования. Некоторые элементы присутствуют в уже существующих ГИС, но до полноценной реализации далеко. В настоящее время выделяют следующие три этапа:

1) **ГИС для ИИ**: использование технологии визуализации и анализа ГИС для пространственной визуализации и дальнейшего пространственного анализа результатов ИИ;

2) **ИИ для ГИС**: использование возможностей ИИ для улучшения функций и пользовательского опыта программного обеспечения ГИС;

3) **ИИ ГИС**: алгоритм обработки и анализа пространственных данных, объединяющий ИИ и являющийся продуктом ИИ и ГИС.

Первый этап практически пройден, второй проходит в настоящее время, а третий будет завершен в течение ближайших 5—10 лет.

1.1. Типы данных в ГИС

Геоинформационные системы (ГИС) — это мощный инструмент, позволяющий анализировать и визуализировать данные о нашем мире. Но какие же данные хранятся в этих системах?

Пространственные данные — это, по сути, описание того, где что находится. Они отвечают на вопросы: «Что?», «Где?» и «Как расположен?».

Геометрия описывает форму и размер объектов. Это как если бы мы пытались описать слона с помощью геометрических фигур — круг для туловища, овал для головы и т. д. Конечно, слон гораздо сложнее, но принцип тот же.

Топология описывает отношения между объектами. Это как если бы мы пытались объяснить, что слон стоит на земле, а его хобот тянется к ветке дерева. Топология определяет, что находится внутри, снаружи, что граничит с чем и т. д.

Основные геометрические типы данных:

- *точка* имеет координаты (широта, долгота) и некую переменную Z (может быть все что угодно). Это как поставить точку на карте, чтобы отметить местоположение;

- *линия* соединяет две или более точек (река или граница участка);
- *полигон* — замкнутая линия, образующая область (озеро, город или страна).

Атрибутивные данные — характеристики объектов, которые не связаны непосредственно с их геометрией. Это как если бы мы, описывая слона, сказали, что он серый, весит много и любит есть бананы.

Количественные данные — выражаются числами. Например, население города, площадь озера, высота горы.

Качественные данные — описываются словами. Например, тип почвы, цвет здания, материал моста.

Векторные данные — представляют объекты в виде геометрических фигур (точек, линий, полигонов). Это как рисовать карту карандашом.

Растровые данные — представляют объекты в виде матрицы ячеек, каждая из которых имеет определенное значение. Это как мозаика, где каждая плитка — это пиксель.

Представьте, что вы создаете ГИС для зоопарка. Векторные данные будут описывать границы вольеров, тропинки и местоположение животных (как точки). Атрибутивные данные расскажут нам, что в вольере с львами живут два самца и одна самка, что они питаются мясом. Растровые данные могут показать распределение растительности в зоопарке или тепловую карту, изображающую, где животные проводят больше всего времени.

Важно отметить, что выбор типа данных зависит от конкретной задачи. Например, для анализа плотности населения лучше использовать растровые данные, а для планирования маршрута движения — векторные. Помните: ГИС — это не только набор данных, но и мощный инструмент для их анализа и визуализации. С его помощью можно решать самые разные задачи, от планирования городской инфраструктуры до мониторинга природных ресурсов.

Важная ремарка! Прямо здесь и сейчас 90% необходимой вам векторной информации уже есть. Ваша задача найти ее или, и такое часто бывает, купить ее. С растрами сложнее, но и они есть. Если так случилось, что исследуемый вами район плохо представлен или не представлен вовсе, то вам на помощь придет следующий путь (только для QGIS) (рис. 1—3).

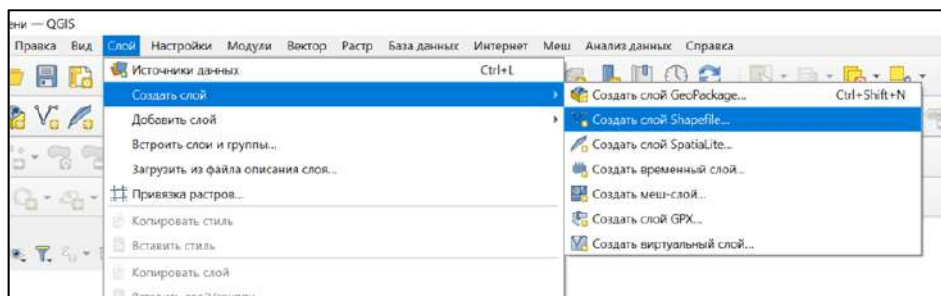


Рис. 1. Создание шейп-файла (векторного типа информации)

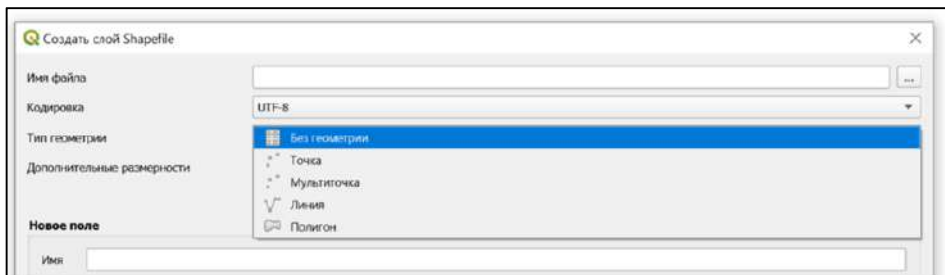


Рис. 2. Выбор геометрии (тип объекта — точка / линия / полигон)

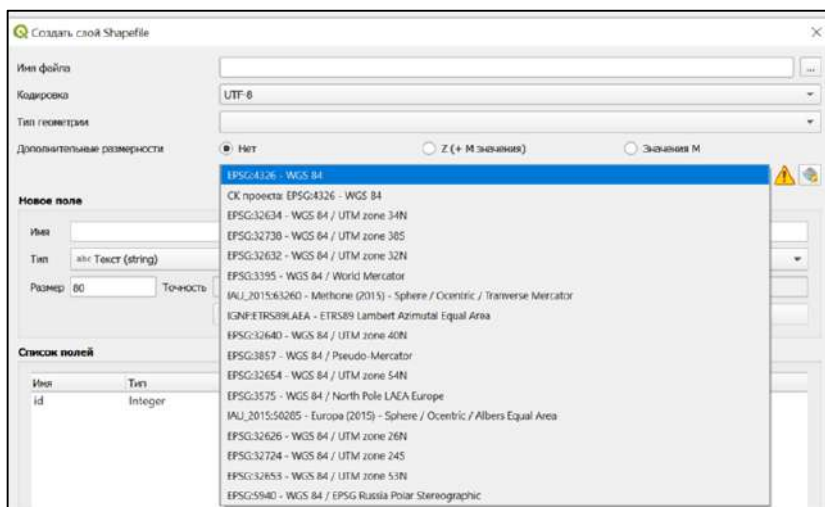


Рис. 3. Выбор системы координат (СК) (если не уверены, оставляйте по умолчанию)

1.2. Преимущества визуализации данных в ГИС

Динамичность и интерактивность.

ГИС обеспечивает динамическое отображение данных, позволяя пользователям изменять масштаб, просматривать различные слои информации и взаимодействовать с картами в реальном времени. Контрастирует с традиционными статичными картами, которые не могут адаптироваться к изменениям или запросам пользователя.

Улучшенная структурированность информации.

В ГИС можно организовать данные в виде взаимосвязанных карт, что позволяет избежать перегруженности информации, характерной для бумажных карт. Пользователи могут выводить только те объекты или их множества, которые интересуют их в данный момент, что повышает эффективность обработки и анализа данных.

Многофункциональность.

ГИС интегрирует различные типы данных (географические, атрибутивные и временные) в единую систему, что позволяет проводить комплексный анализ. Включает в себя возможность выполнения пространственных запросов, моделирования процессов и анализа тенденций, что сложно реализовать с помощью традиционных методов.

Визуализация сложных данных.

ГИС позволяет визуализировать сложные пространственные данные через различные методы, такие как тепловые карты, картограммы и 3D-модели. Делает информацию более наглядной и доступной для восприятия, что особенно важно для принятия решений на основе анализа данных.

Автоматизация процессов.

Создание карт и анализ данных в ГИС значительно ускоряется благодаря автоматизации многих этапов подготовки и визуализации информации. В отличие от традиционных методов, где требуется много времени на ручное редактирование и контроль качества, ГИС позволяет быстро генерировать карты на основе актуальных данных.

Анализ пространственных взаимосвязей.

ГИС предоставляет инструменты для анализа пространственных взаимосвязей между объектами, что позволяет выявлять закономерности и тренды, которые могут быть неочевидны при использовании традиционных методов. Особенно полезно в таких областях, как градостроительство, экология и управление ресурсами.

1.3. Методы тематической визуализации карт

Тематическая визуализация карт — искусство и наука представления практически любых пространственных данных в наглядной и понятной форме. Это не просто набор точек и линий на карте, а способ рассказать историю о нашем мире.

Почему визуализация так важна? Во-первых, это повышение наглядности. Визуальные образы гораздо легче воспринимаются, чем длинные текстовые описания. Во-вторых, это усиление понимания. Тематические карты помогают увидеть закономерности и тренды, которые могут быть скрыты в сырых данных. В-третьих, это улучшение коммуникации. Хорошо продуманная карта может эффективно донести информацию до широкой аудитории.

Основные методы тематической визуализации:

- карты изолиний — используются для отображения непрерывных величин, таких как температура, давление, высота над уровнем моря. Изолинии соединяют точки с одинаковым значением;
- карты точек — каждая точка на карте представляет отдельный объект или событие. Размер, цвет или форма точки могут отражать дополнительные характеристики;

- карты площадей — каждая территория (страна, регион, город) закрашивается определенным цветом или узором в зависимости от значения показателя;
 - карты картограмм — территории деформируются пропорционально значению показателя, что позволяет визуально подчеркнуть различия между регионами;
 - карты знаков — используются для отображения точечных данных, где каждый знак представляет определенный тип объекта;
 - карты потоков — показывают движение чего-либо (людей, товаров, информации) с помощью линий или стрелок.
- Выбор метода зависит от:
- типа данных — количественных или качественных;
 - цели визуализации — что именно вы хотите показать;
 - аудитории — кому предназначена карта;
 - доступных инструментов — какие программные продукты вы используете.

1.4. Принципы и методы ГИС в геоэкологических исследованиях

Геоинформационные системы — это не просто набор компьютерных программ, это настоящий детектив, который помогает нам раскрывать тайны нашей планеты. Представьте, что вы — искатель приключений, а ваш инструмент — это ГИС. С ее помощью вы можете разгадывать самые сложные экологические загадки, отслеживать перемещения загрязнений, предсказывать природные катаклизмы и даже находить потерянный телефон.

Почему ГИС так полезны для геоэкологов?

Все под одной крышей. ГИС собирают воедино огромное количество данных — от спутниковых снимков до результатов полевых исследований. Это как собрать все улики в одном месте, чтобы составить полную картину происшествия.

Визуализация — наше все. С помощью ГИС можно создавать красивые и информативные карты, которые рассказывают историю лучше любых слов. Представьте, что вы показываете карту загрязнения воздуха своим друзьям и говорите: «Смотрите, вот здесь у нас экологическая катастрофа!»

Прогнозирование будущего. ГИС позволяют создавать модели, которые помогают предсказать, что произойдет с окружающей средой в будущем. Это как заглянуть в хрустальный шар и увидеть, что будет, если мы не изменим свое поведение.

Как работают ГИС в геоэкологии?

- *Сбор данных.* Спутниковые снимки, данные с датчиков, результаты лабораторных анализов — все это собирается и заносится в ГИС.

- *Анализ данных.* ГИС умеет искать закономерности, сравнивать данные и строить сложные модели. Это как решать сложные математические уравнения, чтобы найти ответ на загадку.

- *Визуализация.* Результаты анализа отображаются в виде карт, графиков и диаграмм. Это как представить результаты расследования на доске, чтобы все было понятно.

1.5. Тенденции развития ГИС в геоэкологии

Что нового в мире ГИС для геоэкологов?

ИИ на службе у экологии. Нейронные сети становятся настоящим нашим другом. Они помогают очень быстро анализировать огромные объемы данных. Представьте, что у вас есть личный помощник, который может найти иголку в стоге сена, то есть определить источник загрязнения по спутниковым снимкам (конечно, в ближайшем будущем).

Интернет вещей — когда все вокруг становится датчиком. Каждый камень, каждая травинка может стать нашим информатором. С помощью датчиков мы можем отслеживать все изменения в окружающей среде, от температуры воздуха до уровня загрязнения воды. Это как иметь сеть супершпионов, которые сообщают нам обо всех происшествиях.

Виртуальная и дополненная реальность. Теперь мы можем погрузиться в виртуальный мир и увидеть, как меняется наша планета. Это как оказаться внутри огромного аквариума и наблюдать за подводным миром.

Делиться открытыми данными. Все больше людей понимают, что данные — это общее достояние. Мы делимся информацией и вместе создаем более устойчивое будущее.

Куда движется ГИС в геоэкологии?

- ГИС для всех. Скоро ГИС будут настолько простыми, что ими сможет пользоваться любой.

- Персонализированная экология. Каждый из нас сможет создать свою собственную карту экологической ситуации в своем районе и следить за изменениями в режиме реального времени.

- Экология в кармане. С помощью смартфона мы сможем не только узнать качество воздуха в своем районе, но и сообщить о вырубке леса или загрязнении реки.

1.6. Виды и типы современных (и не очень) ГИС-пакетов

ГИС-пакеты — это наши верные спутники в исследовании географического пространства. Они позволяют нам не только создавать красивые карты, но и проводить глубокий анализ пространственных данных.

Классификация ГИС-пакетов по состоянию на 2024 год.

- **Настольные ГИС.** Обладают широким функционалом, но при этом достаточно просты в использовании и являются универсальным инструментом для решения множества задач. Популярные представители: ArcGIS, QGIS (бесплатный аналог ArcGIS), MapInfo.

- **Веб-ГИС.** Более легкие и гибкие инструменты, которые работают прямо в браузере. Они идеально подходят для создания интерактивных карт, которые можно легко опубликовать в Интернете и поделиться с коллегами.

- **Мобильные ГИС.** Это ГИС, которые всегда с вами в смартфоне или планшете. Они позволяют собирать данные в полевых условиях, создавать карты прямо на месте и делиться ими с другими пользователями.

- **Специализированные ГИС** — это значит, что для каждой задачи имеется свой инструмент.

- **ГИС для экологических исследований.** Эти системы позволяют анализировать данные о загрязнении окружающей среды, моделировать природные процессы и разрабатывать стратегии устойчивого развития.

- **ГИС для городского планирования.** С помощью этих систем можно моделировать развитие городов, оценивать транспортную доступность и разрабатывать планы землепользования.

- **ГИС для геологии.** Геологи используют ГИС для анализа геологических данных, создания геологических карт и поиска полезных ископаемых.

Существуют также ГИС для сельского хозяйства, картографии, транспорта и других областей. Но у всех вышеуказанных и не указанных вовсе есть ряд уникальных функций:

- *Интеграция с другими системами.* ГИС легко интегрируются с другими программными продуктами, такими как базы данных, системы автоматизированного проектирования и т.д. Это позволяет создавать комплексные решения для анализа пространственных данных.

- *Поддержка больших данных.* Современные ГИС способны обрабатывать огромные объемы данных, что позволяет проводить более детальный анализ и создавать более точные модели.

- *Визуализация высокого качества.* ГИС позволяют создавать красивые и информативные карты, которые легко воспринимаются даже неспециалистами.

- *Открытый исходный код.* Существует множество бесплатных ГИС-пакетов с открытым исходным кодом, что делает их доступными для широкого круга пользователей.

Еще не так давно ГИС были громоздкими и дорогими программами, которые могли работать только на мощных компьютерах. Карты создавались вручную, а анализ данных занимал много времени. Сегодня ГИС стали доступны каждому, а их возможности значительно расширились.

В настоящее время в мире существует очень много ГИС-пакетов. Точной цифры нет, но, ориентировочно, несколько тысяч. В таблице 1 мы попытались свести вместе зарубежные и отечественные аналоги (только приблизительно).

Таблица 1

Классификация ГИС-программ

Критерий	Тип	Описание	Примеры
По функциональности	Настольные ГИС	Локальные системы для анализа и визуализации данных	ArcGIS Desktop, QGIS, MapInfo Pro, Панорама, MapInfo Professional, Аксиома
	Веб-ГИС	Системы для работы с данными через браузер	ArcGIS Online, Mapbox, Google Earth Engine, КосмоТерра, ГеоПро
	Серверные ГИС	Управление большими массивами данных и API для клиентов	ArcGIS Server, GeoServer, Полигон
	Мобильные ГИС	Программы для сбора данных в полевых условиях	Collector for ArcGIS, Locus Map, Input App, Мобильный ГИС-Панорама
По типу данных	Растровые ГИС	Ориентированы на работу с растровыми изображениями	ERDAS IMAGINE, ENVI, Полигон PRO, Карта 200
	Векторные ГИС	Работают с точками, линиями и полигонами	QGIS, ArcGIS, ГеоГраф, Панорама, Аксиома
По степени открытости	Коммерческие	Платные, с технической поддержкой	ArcGIS, MapInfo, ГеоИнфо, ИнГео
	Открытые	Бесплатные, часто с открытым исходным кодом	QGIS, GRASS GIS, gvSIG, GIS ToolKit
По масштабу использования	Локальные	Используются на одном компьютере или в локальной сети	Desktop GIS, Панорама, Карта 200
	Глобальные	Работают с распределенными данными по всему миру	Google Earth, NASA WorldWind, ГеоПро
По назначению	Экологические	Для анализа природных процессов и экосистем	InVEST, IDRISI, ЭкоГИС
	Градостроительные	Используются для моделирования и анализа городской инфраструктуры	CityEngine, Urban Atlas, ГрадоГИС

Критерий	Тип	Описание	Примеры
	Кадастровые	Ориентированы на земельный учет и кадастр	MapEdit, GeoCadastrе, ТехноКад
По доступности	Лицензионные (закрытые)	Требуют покупки лицензий	ArcGIS, MapInfo, Панорама, ГеоГраф
	Бесплатные	Доступны бесплатно, иногда с ограничениями	QGIS, Google Earth, Росреестр Онлайн
По отраслевой специализации	Геологические	Для анализа недр и геологических исследований	Petrel, Leapfrog, GeoScan, МагмаГИС
	Сельскохозяйственные	Для управления сельскохозяйственными ресурсами	FarmWorks, AgLeader, АгроГИС

Давайте ответим на вопрос: «А вот не хочу я эти ГИС осваивать, есть ли у меня возможность как-нибудь без них обойтись?» Ответ есть. Можете. Сразу скажем, Paint и его аналоги — это признак дурного вкуса, но иногда выручат. С чем же можно работать? В таблице 2 приведены основные векторные редакторы в сравнении с Qgis.

Таблица 2

Сравнение функционала QGIS и основных векторных редакторов (например, Adobe Illustrator, CorelDRAW и Inkscape)

Функционал	QGIS	Adobe Illustrator / CorelDRAW / Inkscape
Назначение	Работа с геопространственными данными: анализ, визуализация, обработка и управление картографией	Создание и редактирование графических векторных изображений, иллюстраций, логотипов и схем
Тип данных	Векторные (точки, линии, полигоны) с географической привязкой; поддержка растров (геопривязанных)	Векторные объекты (SVG, EPS, PDF); не поддерживают географическую привязку без платных модулей
Пространственные операции	Буферизация, пересечение, объединение, разрезание, построение топологии и анализ пространственных данных	Нет встроенных функций для пространственных операций; доступны базовые инструменты трансформации
Работа с координатами	Поддержка всех типов проекций и систем координат (EPSG); возможность их трансформации	Координатная система не используется; данные строятся в плоском пространстве (X, Y)

Функционал	QGIS	Adobe Illustrator / CorelDRAW / Inkscape
Визуализация данных	Тематическое картографирование (по атрибутам); настройка стилей объектов с учетом значений данных	Визуальная настройка стилей вручную, без учета атрибутивных данных
Атрибутивные данные	Работа с таблицами атрибутов; привязка данных к объектам (табличные данные, базы данных, CSV)	Отсутствует возможность работы с атрибутивными данными
Поддержка баз данных	Интеграция с PostgreSQL / PostGIS, SQLite / SpatiaLite, Oracle Spatial, MySQL и другими ГИС-ориентированными базами	Нет интеграции с базами данных
Экспорт и печать	Поддержка картографических макетов, экспорт в PDF, SVG, растровые изображения, GeoPDF	Экспорт в графические форматы (PDF, SVG, PNG и другие), но без пространственной привязки
Скрипты и автоматизация	Возможность автоматизации через Python (PyQGIS), создание пользовательских инструментов	Ограниченная автоматизация через встроенные макросы (Illustrator и CorelDRAW)
Поддержка форматов файлов	GeoJSON, Shapefile, KML, GPKG, DXF, CSV, GPX и многие другие геоформаты	SVG, EPS, PDF, AI, CDR и другие графические форматы; геоформаты не поддерживаются
Работа с растровыми данными	Геопривязка растров, анализ растровых данных (например, цифровые модели рельефа)	Нет поддержки растровых данных с географической привязкой
Открытость и лицензия	Открытое ПО (GPL); бесплатно	Лицензионное ПО (Illustrator, CorelDRAW — платные; Inkscape — бесплатное, открытое ПО)
Совместная работа	Возможность работы с серверами данных и совместного использования карт (например, через QGIS Cloud)	Ограниченная совместная работа (обмен файлами, облачные сервисы для Adobe)
Интерфейс	Ориентирован на специалистов ГИС, требует обучения; множество специализированных инструментов	Простой, интуитивный интерфейс для дизайнеров, иллюстраторов и геоэкологов

Когда ГИС можно заменить векторным редактором?

Представьте, что ГИС — это швейцарский нож для геоэколога, а векторный редактор — всего лишь одно из его лезвий. Использовать весь нож, чтобы открыть консервную банку, конечно, можно, но зачем? Давайте разберемся, когда достаточно и одного лезвия.

Заменить ГИС векторным редактором можно, когда:

- вы художник, а не аналитик. Если вам нужно просто нарисовать красивую карту, без сложных анализов и расчетов, то векторный редактор — ваш лучший друг. Он позволит создать уникальный дизайн и выразить свою творческую индивидуальность;
- ваши данные очень простые. Если у вас есть всего несколько точек на карте, которые нужно соединить линиями, то векторный редактор справится с этой задачей без проблем. Но если у вас есть огромная база данных с сотнями слоев информации, то лучше все же использовать ГИС;
- вы не планируете анализировать данные. Векторный редактор — это инструмент для создания и редактирования карт, а не для их анализа. Если вам нужно проводить пространственные запросы, строить буферы и выполнять другие аналитические операции, то вам понадобится полноценная ГИС;
- у вас нет времени разбираться в ГИС. Если вы новичок в геоинформатике и у вас ограничено время, то векторный редактор может стать вашим первым шагом. Он проще в освоении, чем ГИС, и позволит быстро создать простые карты.

Однако помните: векторный редактор — это всего лишь инструмент. И как любой инструмент, он имеет свои ограничения. Если вам нужно решить более сложные задачи, связанные с анализом пространственных данных, то вам понадобится полноценная ГИС.

В качестве аналогии: представьте, что вы строите дом. Для того чтобы нарисовать план дома, вам достаточно карандаша и бумаги. Но для того чтобы рассчитать нагрузку на фундамент и выбрать оптимальные материалы, вам понадобится специальное программное обеспечение. Точно так же для создания простых карт достаточно векторного редактора, а для решения сложных задач нужна ГИС.

Короче говоря, векторный редактор — это отличный инструмент для создания простых карт. Но если вам нужны более продвинутые функции, то лучше использовать ГИС.

Если вы сомневаетесь, какой инструмент выбрать, лучше всего попробовать оба инструмента и выбрать тот, который больше подходит для ваших задач.

2. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ В ГЕОЭКОЛОГИИ, РЕШАЕМЫЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ ГИС

Применение GIS для геоэкологических исследований, именно для практических задач, условно делится на три очень большие группы. Первая группа — работа с табличными данными, вторая группа — построение буферных зон, и третья группа — построение интерполяционных поверхностей.

2.1. Работа с табличными данными в среде Qgis

В большинстве случаев типовая задача заключается в том, что необходимо к уже существующему шейп-файлу подключить таблицу, содержащую какую-либо информацию. Тип геометрии у шейпа чаще всего самый распространенный, это точечные данные, например точки пробоотбора, точки наблюдения, либо это могут быть населенные пункты, на самом деле, все что угодно. В случае с площадными это, естественно, полигоны, то есть административные районы, страны, регионы, леса, ареалы обитания и т. д. Линейные объекты также встречаются, но реже. Как правило, это работы, связанные с расчетом (например, шумового загрязнения), когда нам нужно к линейным объектам, которыми являются дороги, подключить информацию, связанную, например, с количеством автомобилей, нагрузкой по часам и т. д.

Во-первых, нам понадобится модуль Spreadsheet Layers. Идем по пути **«Модули-Управление модулями-в строке поиска вбиваем «xls»-Появляются результаты поиска»** (рис. 4). Нажимаем кнопку **установить**.

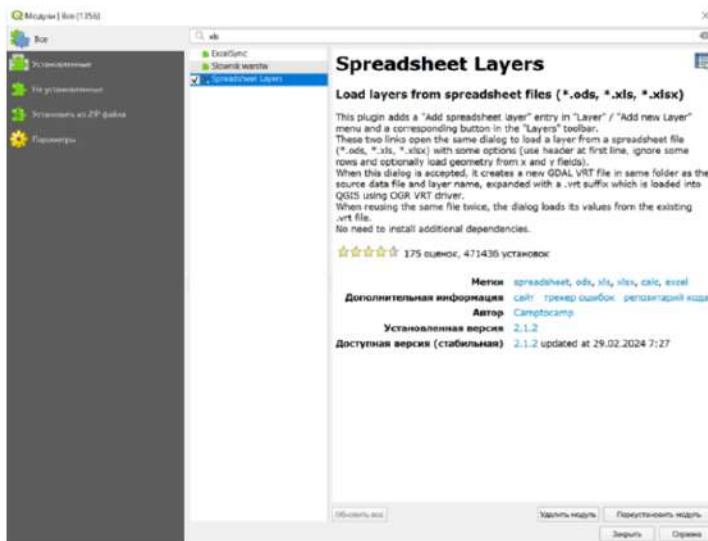


Рис. 4. Модуль Spreadsheet Layers

Этот модуль появится у вас по пути «Слой-Добавить слой-Добавить слой из таблицы». Он обладает большим функционалом и расширяет базовые возможности Qgis. Сам по себе Qgis может работать с таблицами в формате *.csv и *.txt. Для тех, кто хоть как-то знаком с современной геодезической приборной базой, станет понятно, что это самые распространенные форматы вывода пространственной информации с тахеометров и ГНСС-приемников. Вышеуказанный модуль позволяет работать с таблицами в формате Excel и OpenOffice. Разберем на конкретном примере.

Нам нужны шейп-файл (shapefile) и Excel-таблица. Shapefile в большинстве случаев уже есть готовые. Их можно получить либо у коллег, либо у организации, либо скачать с сайтов. В конце пособия приведены несколько ресурсов, где можно скачать готовые векторные данные. Ключевой особенностью работы по связыванию таблиц с shapefile является наличие поля идентификатора. Это значит, что в shapefile и в таблице должны быть одинаковые поля, содержащие какой-то идентификатор. Это могут быть числа или слова. В случае, к примеру, с точками пробурения или точками наблюдения чаще всего таким идентификатором выступает порядковый номер точки. В случае с муниципальными образованиями, а именно этот пример мы будем разбирать, это название муниципальных образований. Обратите внимание, они должны совпадать и в shapefile, и в Excel-файле с точностью до пробела, то есть все знаки, все специфические названия. Поэтому иногда возникают проблемы, особенно с иностранными названиями, где, к примеру, появляются специфические буквы с умлаутом или, соответственно, специфические знаки. Тогда нам поможет один лайфхак.

В чем же заключается лайфхак? В панели «слои» щелкаем на нужном нам shapefile, с которым мы будем все связывать, правой кнопкой мышки выбираем пункт «экспорт» и дальше смотрим на рисунок (рис. 5—7).

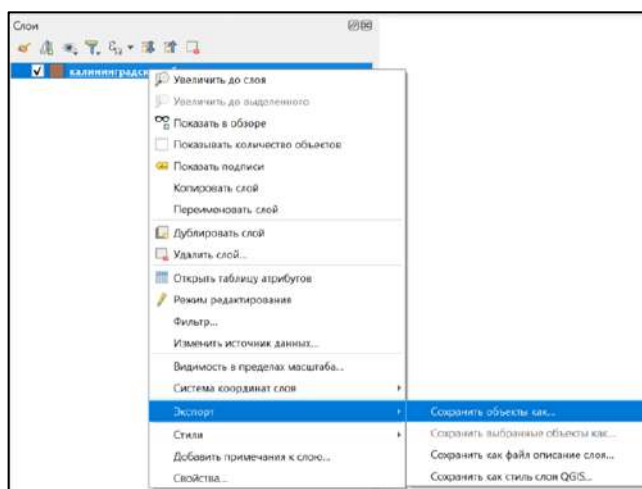


Рис. 5. Экспорт исходного shapefile

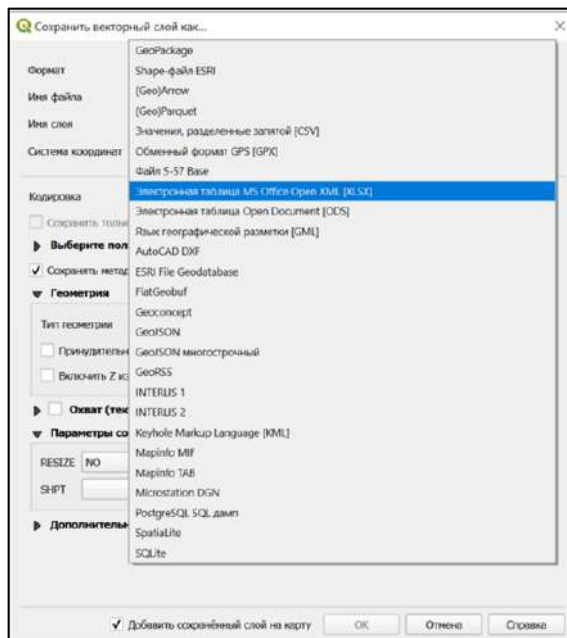


Рис. 6. Изменение типа экспортируемого sharefile с векторной геометрии на табличную форму

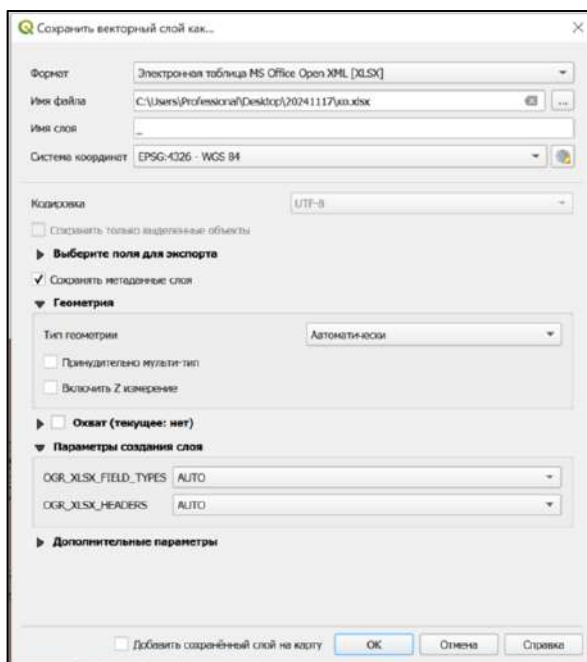


Рис. 7. Создание пути сохранения (обязательно снимаем галочку с пункта «Добавить сохраненный слой на карту»)

Теперь самое простое. Открываем папку, куда сохранили Excel-файл, и смотрим, что получилось. Получилась Excel-таблица, которая содержит в себе всю атрибутивную информацию из sharefile. Далее мы просто удаляем лишние поля, оставляя поле «идентификатор». Как правило, у готовых слоев чаще всего и проще всего выбрать полем «идентификатор» поле, именуемое «**название**», или по-английски «**name**» (рис. 8—9).

	NAME	NAME_EN	NAME_RU	ADMIN_LVL	OSM_TYPE	OSM_ID	ADMIN_L1D	ADMIN_L1	ADMIN_L2	ADMIN_L3	ADMIN_L4	ADMIN_L5
1	Иркутский округ	Irkutsk Oblast	Иркутский округ	6	relation	231474		RUSSIA		60189	RUSSIA	1216601 Северо-Зарпал...
2	Красноярский край	Krasnoyarsk Krai	Красноярский край	6	relation	1173066		RUSSIA		60189	RUSSIA	1216601 Северо-Зарпал...
3	Иркутский округ	Irkutsk Oblast	Иркутский округ	6	relation	1173073		RUSSIA		60189	RUSSIA	1216601 Северо-Зарпал...
4	Иркутский округ	Irkutsk Oblast	Иркутский округ	6	relation	1173080		RUSSIA		60189	RUSSIA	1216601 Северо-Зарпал...
5	Иркутский округ	Irkutsk Oblast	Иркутский округ	6	relation	1173089		RUSSIA		60189	RUSSIA	1216601 Северо-Зарпал...
6	Самарский край	Samarskaya Oblast	Самарский край	6	relation	1173099		RUSSIA		60189	RUSSIA	1216601 Северо-Зарпал...
7	Челябинский край	Chelyabinsk Oblast	Челябинский край	6	relation	1173601		RUSSIA		60189	RUSSIA	1216601 Северо-Зарпал...
8	Иркутский округ	Irkutsk Oblast	Иркутский округ	6	relation	1173613		RUSSIA		60189	RUSSIA	1216601 Северо-Зарпал...
9	Иркутский округ	Irkutsk Oblast	Иркутский округ	6	relation	1173625		RUSSIA		60189	RUSSIA	1216601 Северо-Зарпал...
10	Иркутский округ	Irkutsk Oblast	Иркутский округ	6	relation	1173631		RUSSIA		60189	RUSSIA	1216601 Северо-Зарпал...
11	Иркутский округ	Irkutsk Oblast	Иркутский округ	6	relation	1173648		RUSSIA		60189	RUSSIA	1216601 Северо-Зарпал...
12	Иркутский округ	Irkutsk Oblast	Иркутский округ	6	relation	1173659		RUSSIA		60189	RUSSIA	1216601 Северо-Зарпал...
13	Иркутский округ	Irkutsk Oblast	Иркутский округ	6	relation	1173704		RUSSIA		60189	RUSSIA	1216601 Северо-Зарпал...
14	Иркутский округ	Irkutsk Oblast	Иркутский округ	6	relation	1173705		RUSSIA		60189	RUSSIA	1216601 Северо-Зарпал...
15	Иркутский округ	Irkutsk Oblast	Иркутский округ	6	relation	1173711		RUSSIA		60189	RUSSIA	1216601 Северо-Зарпал...
16	Иркутский округ	Irkutsk Oblast	Иркутский округ	6	relation	1173722		RUSSIA		60189	RUSSIA	1216601 Северо-Зарпал...
17	Иркутский округ	Irkutsk Oblast	Иркутский округ	6	relation	1173723		RUSSIA		60189	RUSSIA	1216601 Северо-Зарпал...
18	Иркутский округ	Irkutsk Oblast	Иркутский округ	6	relation	1173724		RUSSIA		60189	RUSSIA	1216601 Северо-Зарпал...
19	Иркутский округ	Irkutsk Oblast	Иркутский округ	6	relation	1173725		RUSSIA		60189	RUSSIA	1216601 Северо-Зарпал...
20	Иркутский округ	Irkutsk Oblast	Иркутский округ	6	relation	1173727		RUSSIA		60189	RUSSIA	1216601 Северо-Зарпал...
21	Иркутский округ	Irkutsk Oblast	Иркутский округ	6	relation	1173728		RUSSIA		60189	RUSSIA	1216601 Северо-Зарпал...
22	Иркутский округ	Irkutsk Oblast	Иркутский округ	6	relation	1173674		RUSSIA		60189	RUSSIA	1216601 Северо-Зарпал...

Рис. 8. Атрибутивная таблица sharefile

	NAME	NAME_EN	NAME_RU	ADMIN_LVL	OSM_TYPE	OSM_ID	ADMIN_L1D	ADMIN_L1	ADMIN_L2	ADMIN_L3	ADMIN_L4	ADMIN_L5
1	Иркутский округ	Irkutsk Oblast	Иркутский округ	6	relation	231474		RUSSIA		60189	RUSSIA	1216601 Северо-Зарпал...
2	Красноярский край	Krasnoyarsk Krai	Красноярский край	6	relation	1173066		RUSSIA		60189	RUSSIA	1216601 Северо-Зарпал...
3	Иркутский округ	Irkutsk Oblast	Иркутский округ	6	relation	1173073		RUSSIA		60189	RUSSIA	1216601 Северо-Зарпал...
4	Иркутский округ	Irkutsk Oblast	Иркутский округ	6	relation	1173080		RUSSIA		60189	RUSSIA	1216601 Северо-Зарпал...
5	Иркутский округ	Irkutsk Oblast	Иркутский округ	6	relation	1173089		RUSSIA		60189	RUSSIA	1216601 Северо-Зарпал...
6	Самарский край	Samarskaya Oblast	Самарский край	6	relation	1173099		RUSSIA		60189	RUSSIA	1216601 Северо-Зарпал...
7	Челябинский край	Chelyabinsk Oblast	Челябинский край	6	relation	1173601		RUSSIA		60189	RUSSIA	1216601 Северо-Зарпал...
8	Иркутский округ	Irkutsk Oblast	Иркутский округ	6	relation	1173613		RUSSIA		60189	RUSSIA	1216601 Северо-Зарпал...
9	Иркутский округ	Irkutsk Oblast	Иркутский округ	6	relation	1173625		RUSSIA		60189	RUSSIA	1216601 Северо-Зарпал...
10	Иркутский округ	Irkutsk Oblast	Иркутский округ	6	relation	1173631		RUSSIA		60189	RUSSIA	1216601 Северо-Зарпал...
11	Иркутский округ	Irkutsk Oblast	Иркутский округ	6	relation	1173648		RUSSIA		60189	RUSSIA	1216601 Северо-Зарпал...
12	Иркутский округ	Irkutsk Oblast	Иркутский округ	6	relation	1173659		RUSSIA		60189	RUSSIA	1216601 Северо-Зарпал...
13	Иркутский округ	Irkutsk Oblast	Иркутский округ	6	relation	1173704		RUSSIA		60189	RUSSIA	1216601 Северо-Зарпал...
14	Иркутский округ	Irkutsk Oblast	Иркутский округ	6	relation	1173705		RUSSIA		60189	RUSSIA	1216601 Северо-Зарпал...
15	Иркутский округ	Irkutsk Oblast	Иркутский округ	6	relation	1173711		RUSSIA		60189	RUSSIA	1216601 Северо-Зарпал...
16	Иркутский округ	Irkutsk Oblast	Иркутский округ	6	relation	1173722		RUSSIA		60189	RUSSIA	1216601 Северо-Зарпал...
17	Иркутский округ	Irkutsk Oblast	Иркутский округ	6	relation	1173723		RUSSIA		60189	RUSSIA	1216601 Северо-Зарпал...
18	Иркутский округ	Irkutsk Oblast	Иркутский округ	6	relation	1173724		RUSSIA		60189	RUSSIA	1216601 Северо-Зарпал...
19	Иркутский округ	Irkutsk Oblast	Иркутский округ	6	relation	1173725		RUSSIA		60189	RUSSIA	1216601 Северо-Зарпал...
20	Иркутский округ	Irkutsk Oblast	Иркутский округ	6	relation	1173727		RUSSIA		60189	RUSSIA	1216601 Северо-Зарпал...
21	Иркутский округ	Irkutsk Oblast	Иркутский округ	6	relation	1173728		RUSSIA		60189	RUSSIA	1216601 Северо-Зарпал...
22	Иркутский округ	Irkutsk Oblast	Иркутский округ	6	relation	1173674		RUSSIA		60189	RUSSIA	1216601 Северо-Зарпал...

Рис. 9. Созданная Excel-таблица

Теперь в Excel-таблице удаляем лишние поля, оставляем только идентификатор, а именно поле **Name**, и вносим необходимую информацию. В данном случае мы абсолютно ничем не ограничены и можем вносить информацию ровно столько, сколько нам надо (рис. 10). Это огромный плюс, что очень сильно ускоряет работу.

NAME	В	С	D
Населенные пункты	Дороги		
Багратионовский муниципальный округ	88	351	
Балтийский городской округ	12	88,9	
Гвардейский муниципальный округ	62	195,9	
городской округ Калининград	1	595,5	
Гурьевский муниципальный округ	147	501,9	
Гусевский городской округ	41	379,3	
Зеленоградский муниципальный округ	112	273,8	
Краснознаменский муниципальный округ	55	149,4	
Ладушинский городской округ	3	26,5	
Мамоновский городской округ	5	75,4	
Неманский муниципальный округ	50	108,5	
Нестеровский муниципальный округ	54	94,6	
Озёрский муниципальный округ	101	180	
Пионерский городской округ	1	30,3	
Полесский муниципальный округ	67	304,5	
Правдинский муниципальный округ	117	142,2	
Светловский городской округ	11	77,1	
Светлогорский городской округ	58	79,9	
Славский муниципальный округ	7	228	
Советский городской округ	1	103,4	
Черняховский муниципальный округ	102	457,2	
Янтарный городской округ	3	37,7	

Рис. 10. Excel-таблица с заполненными полями

Затем сохраняем Excel-таблицу, разворачиваем Quantum GIS и идем по следующему пути. Помним, что наш дополнительный модуль уже включен. Идем в **слой**, **добавить слой**, и у нас доступен новый пункт, который называется **добавить слой из таблицы**. Появляется окно, в первой строчке которого значится **имя файла**. Нажимаем кнопку «Выбрать», выбираем Excel-файл. Внимательно проверяем, что появилось на экране. Если прочитался заголовок — появляется заданное нами название полей, то есть в нашем случае **name**, **населенные пункты** и **дороги**. Проверяем, что под ними написано. Особенность: пункт **string** означает, что это текст. Модуль не всегда корректно определяет содержание столбца. Бывает так, что он присваивает столбцу с цифрами тип **string** (текст). В этом случае вы не сможете производить вычисления с вашими значениями. С этим немного сложнее работать. Соответственно, там, где у нас текст, оставляем **string**, а там, где целочисленные либо десятичные, — меняем на целочисленные, это **integer**, если у нас десятичные — **real**. Но проще всегда для чисел выбирать пункт **real** (рис. 11). Нажимаем кнопку ОК и получаем результат, как на рисунке 12.

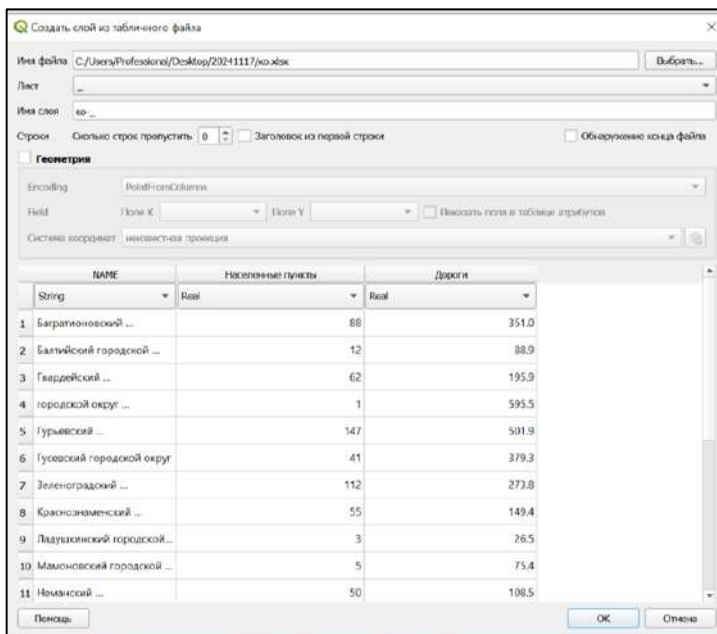


Рис. 11. Excel-таблица в процессе добавления в Qgis

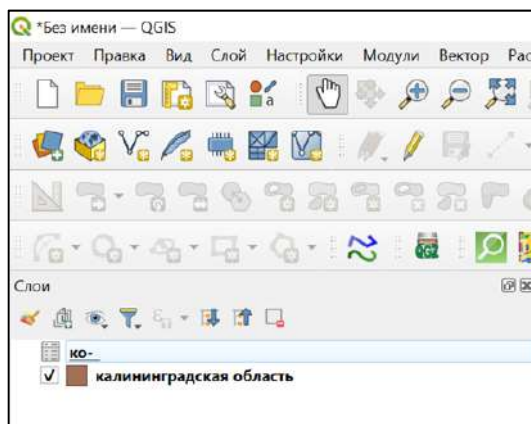


Рис. 12. Итоговый результат добавления

Наверное, самое сложное для новичка — понять алгоритм действия. Итак, нам нужно таблицу присоединить к нашему shapefile. Здесь главное не спешить. Кликаем правой кнопкой мышки по shapefile в панели **слои**, именно по **shapefile**, а не по таблице. Выбираем пункт **свойства**. Среди прочего у нас появляется в окошке с левой стороны пункт под названием **связи**. Первое поле, которое называется **связанный слой**, это наша таблица. **Связываемое**

поле — это поле-идентификатор из таблицы. **Целевое поле** — это поле-идентификатор в shapefile. Именно поэтому мы, как сказано выше, сначала экспортируем готовый шейп в Excel-таблицу, чтобы не мучиться с названиями и потом не пытаться понять, какое же наше поле является идентификатором. Когда у нас все совпадает, получается картинка, как на рисунке 13, нажимаем кнопку ОК, после этого кнопку «применить» и еще раз ОК.

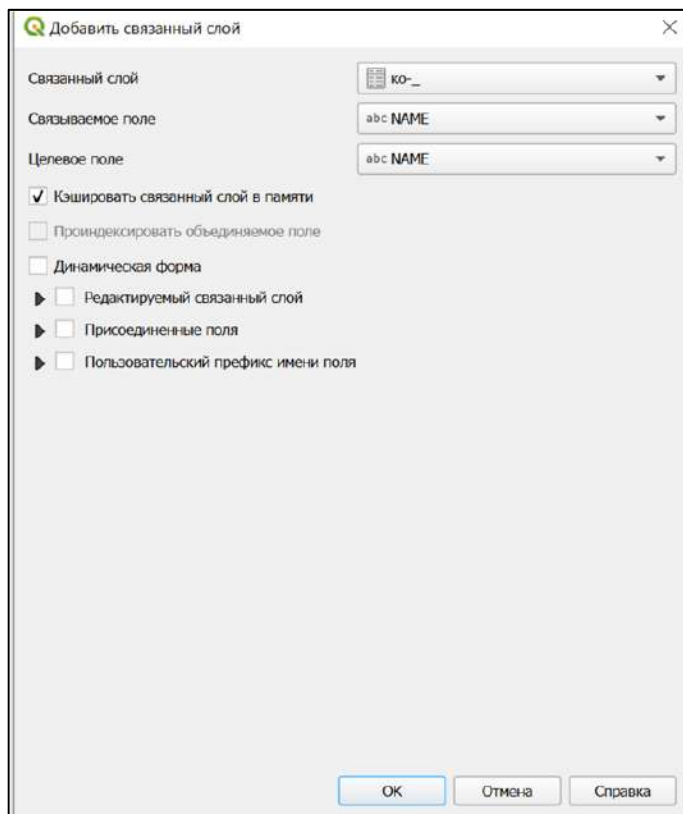


Рис. 13. Установление связи таблицы с shapefile

Если у нас все получилось, открываем атрибутивную таблицу нашего shapefile последствием клика правой кнопкой мышки и выбора в контекстном меню «**Открыть атрибутивную таблицу**». Прокручиваем ее в крайнюю правую сторону и видим добавленные наши поля.

Кликаем правой кнопкой на нашем shapefile, выбираем раздел **свойства**, идем в пункт **стиль** и выбираем **вместо простой символики символику по диапазонам**. На самом деле здесь бывают особенности перевода и дальше пункты могут называться по-разному в разных версиях. Там есть уникальная символика, символизация по диапазону значений. Выбираем, скорее всего, по диапазону значений, ведь у нас много цифр. Выбрав пункт **символизация по**

диапазону значения, не забываем обратить внимание, что следующее поле называется **значение**. Именно в нем мы указываем, по какому полю в таблице нам считать. В нижнем левом углу находится пункт **режим**, там есть **квантили**, **естественные интервалы**, **естественные интервалы Дженкса**. Какие вариации выбрать? Наверное, вам больше поможет математическая статистика, но там есть еще **классы**, то есть количество групп. Здесь все на ваше усмотрение, все зависит от цели и задачи.

Дальше выбираем цветовой градиент и, собственно, занимаемся оформлением нашей картосхемы для более удобного восприятия. Кроме того, мы можем нажать правой кнопкой мышки на нашем shapefile в панели **слои**, выбрать пункт «**Дублировать слой**» и одновременно отобразить на картосхеме два числовых значения (рис. 14).

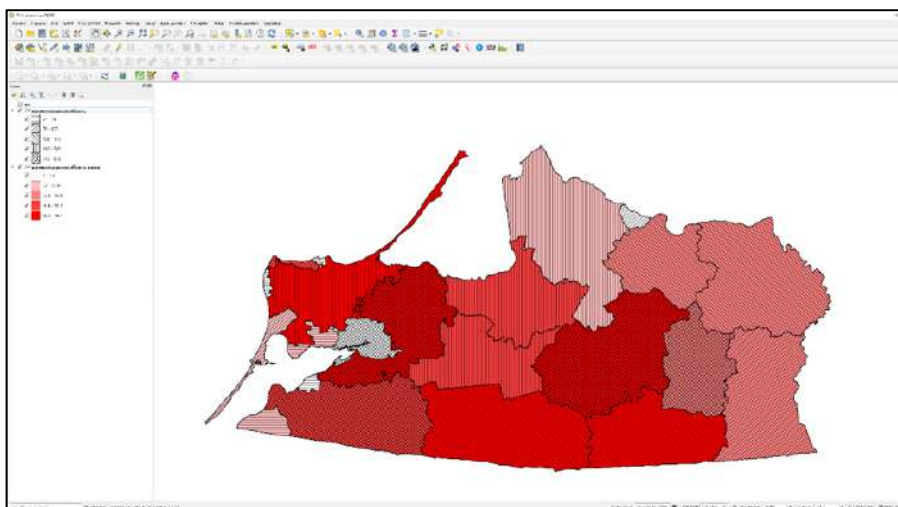


Рис. 14. Итоговая картосхема

Quantum GIS позволяет очень качественно оформлять итоговые картографические изображения. Однако для того, чтобы получить, скажем, максимум, необходимо знать, к примеру, немного HTML-программирование, знать определенные специфические вещи, переменные. Поэтому через создание макетов мы можем сделать только самую простую, по большому счету, карту с условными обозначениями. Совет для новичков: используйте функцию **проект — импорт-экспорт**, где будет пункт **экспорт в изображение**. В пункте **разрешение** ставьте всегда 350, нажимаете сохранить, и ваша картосхема сохраняется в виде растрового изображения, а уже в любом другом графическом редакторе вы можете доделать красивые условные обозначения.

Мы с вами проработали базовый принцип присоединения готовых таблиц к shapefile. В рамках специализированных исследований мы можем таким образом присоединить данные химического анализа ко всем точкам пробоот-

бора. Неважно, это на реке, в почве, в лесном массиве и др. Принцип не поменяется: нам нужны **shapefile**, **таблица** в Excel, **совпадающие поля-идентификаторы** и **дополнительный модуль** в Quantum GIS.

2.2. Буферные зоны в среде Qgis

Что такое буферная зона? Представьте, что у вас есть любимая чашка. Чтобы ее защитить от случайных ударов, вы ставите вокруг нее кружку побольше — это и будет ваша буферная зона. В ГИС все точно так же, только вместо чашек у нас могут быть дома, реки, леса и другие объекты. Буферная зона — это область вокруг этого объекта, которую мы выделяем для каких-то целей.

Зачем нужны буферные зоны?

- **Защита.** Если рядом с вашим домом есть шумная дорога, вы можете создать буферную зону, чтобы оценить, насколько близко она проходит.

- **Анализ влияния.** Например, если вы хотите узнать, какие дома находятся в зоне риска при разливе нефти, вы создаете буферную зону вокруг нефтепровода.

- **Планирование.** Буферные зоны помогут определить, где можно построить новый завод, чтобы он не нанес вред окружающей среде.

- **Просто красиво.** Буферные зоны могут использоваться для создания интересных визуализаций.

Какие бывают буферные зоны?

- **Круглые.** Самые простые, как кружка вокруг чашки.

- **Неправильной формы.** Например, если объект имеет сложную форму, то и буферная зона будет ей соответствовать.

- **Многокольцевые.** Когда нужно выделить несколько зон с разным радиусом. Например, для анализа влияния на разных расстояниях.

Что такое буфер в контексте ГИС?

Буферизация — это элегантный метод пространственного анализа, позволяющий выделить вокруг выбранного объекта зону, словно кокон безопасности. Эта зона, именуемая буферной, или буферным многоугольником, представляет собой геометрическую фигуру, обычно полигон, ограниченный контуром, удаленным от исходного объекта на заданное расстояние.

Представьте, что каждый объект на карте — это маленькая звезда, а буферная зона — это ее ореол. Этот ореол помогает нам понять, какие другие звезды находятся в ее космическом соседстве. С помощью буферов мы можем ответить на множество интересных вопросов:

- Кто мои ближайшие соседи? Буферная зона поможет определить объекты, расположенные в непосредственной близости от выбранного.

- Где границы моего влияния? Буферная зона позволяет оценить зону охвата какого-либо явления или процесса, например загрязнения от промышленного предприятия.

- Какие территории нужно исключить из анализа? Буферная зона может служить барьером, отсекая ненужные участки карты.

Как это работает в ГИС?

В ГИС вы выбираете объект (дом, река, лес) и указываете расстояние, на котором хотите создать буферную зону. ГИС сам построит вокруг этого объекта нужную фигуру.

Зачем это все нужно?

- **Принять взвешенное решение.** Буферные зоны помогают оценить последствия различных решений.

- **Оптимизировать ресурсы.** Например, определить оптимальное место для объекта с учетом требований нормативно-правовой документации.

- **Защитить окружающую среду.** Оценить влияние человеческой деятельности на природу.

Короче говоря, буферные зоны — это очень полезный инструмент в ГИС, который помогает нам лучше понимать окружающий мир и принимать обоснованные решения.

А теперь представьте, что вы хотите изучить распространение какого-то редкого вида растений. Буферные зоны помогут определить, в каких районах нужно проводить дополнительные исследования. Таким образом, буферные зоны — это не просто кружки на карте, это мощный инструмент для решения самых разных задач.

Виды буферов

Переменный буфер: когда размер имеет значение.

В геоинформационных системах буферная зона — это, как мы уже знаем, некая защитная оболочка вокруг объекта. Но что, если эта оболочка не всегда должна быть одинаковой толщины? Представьте, что вы строите крепость: вокруг центрального замка вы можете создать широкий ров, а вокруг внешних построек — уже не такой глубокий. Точно так же и в ГИС, размер буфера может меняться в зависимости от характеристик объекта.

Переменный буфер — это инструмент, позволяющий создавать буферные зоны различной ширины в зависимости от значений атрибутов объектов. Например, если мы анализируем уровень шума вокруг дорог, то можно создать буфер, ширина которого будет зависеть от интенсивности движения на каждой конкретной дороге. Чем больше машин проезжает по дороге, тем шире будет буферная зона, отражающая большую площадь, подверженную шумовому воздействию.

Зачем нам нужен переменный буфер?

- **Учет разнообразия:** реальные объекты редко бывают однородными. Переменный буфер позволяет учитывать данное разнообразие и создавать более точные модели.

- **Анализ взаимосвязей:** с помощью переменного буфера можно исследовать, как изменяются пространственные отношения между объектами в зависимости от их характеристик.

- **Визуализация:** переменные буферы позволяют создать более информативные и наглядные карты, отражающие различные уровни воздействия или интенсивности процессов.

Пример: представьте, что у вас есть карта города с дорогами. Каждая дорога имеет атрибут «интенсивность движения». Создав переменный буфер, вы сможете визуализировать зоны шумового загрязнения: дороги с интенсивным движением будут окружены широкими буферными зонами, а тихие улочки — узкими.

В заключение, переменный буфер — это гибкий инструмент, позволяющий создавать более точные и информативные карты. Он позволяет учитывать разнообразие объектов и их характеристик, делая анализ пространственных данных более глубоким и всесторонним.

Маленькая ремарка. Для того чтобы запустить переменный буфер, вам нужно сделать следующее. На самой верхней панели есть пункт под названием «Анализ данных». Мы нажимаем на него, появляется пункт «Панель инструментов». В строке поиска появляются инструменты анализа, и мы пишем английскими буквами «buffer». В разделе «Вектор геометрия» появляется **буфер переменной ширины по значению m**, где m — это либо интенсивность движения, либо объем выброса, либо что-то подобное, позволяющее нам работать в одном слое с разными переменными, создавая буферы переменной ширины (рис. 15).

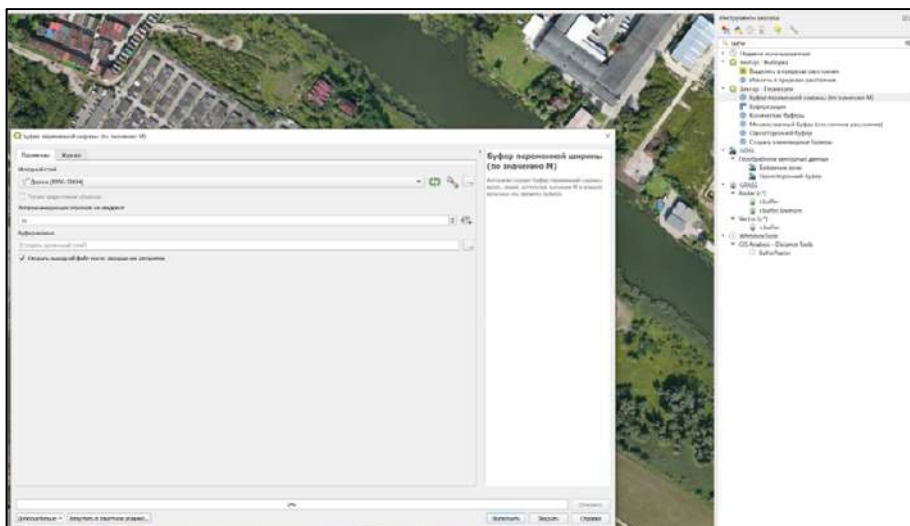


Рис. 15. Переменный буфер

Отрицательный буфер: когда буфер «кусается».

Мы уже знакомы с понятием буферной зоны как области, окружающей объект на некотором расстоянии. Но что, если нам нужно не расширить границы объекта, а, наоборот, «подрезать» их? Для этого используется отрицательный буфер.

Представьте, что у вас есть пирог и вы хотите вырезать из него кусок. Нож, которым вы будете резать, — это и есть наш отрицательный буфер. Он «откусывает» часть пирога, оставляя меньший по размеру кусок. В ГИС отрицательный буфер работает аналогично: он уменьшает площадь полигона, словно «отрезая» от него полоску по периметру.

Почему отрицательные буферы применяются только к полигональным объектам? Дело в том, что у точек и линий нет внутренней области, которую можно было бы уменьшать. Полигон же, напротив, представляет собой замкнутую фигуру с определенной площадью. Отрицательный буфер позволяет «съесть» часть этой площади, уменьшив размеры полигона.

Зачем нужны отрицательные буферы?

- *Уточнение грани.* Отрицательные буферы помогают уточнить границы объектов, исключая из них небольшие участки, например внутренние дворы или острова.
- *Анализ изменений.* С помощью отрицательных буферов можно моделировать изменения территории, например застройку или эрозию почвы.
- *Создание более сложных геометрических фигур.* Комбинируя положительные и отрицательные буферы, можно создавать сложные геометрические фигуры с вырезами и отверстиями.

Итак, что нужно сделать для того, чтобы получить отрицательный буфер? Опять нажимаем пункт под названием «**Вектор**», далее выбираем пункт под названием «**Геообработка**», где будет пункт под названием «**Буферизация**». В первой строчке выбираем наш полигональный объект, в пункте под названием «**Расстояние**» ставим нужное нам расстояние в метрах, а перед ним ставим знак «**минус**» (рис. 16). Таким образом, мы получаем то, что называется отрицательный буфер. После этого нажимаем кнопку «**Выполнить**» (рис. 17).

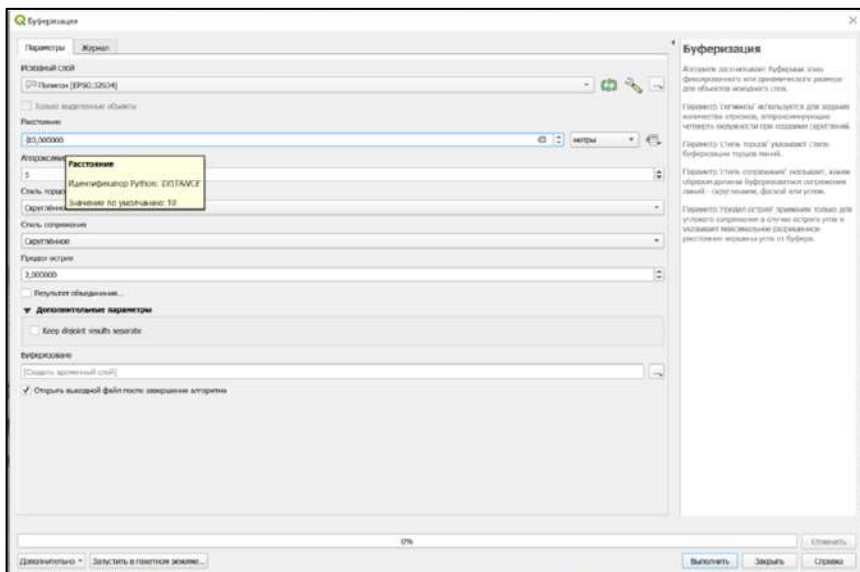


Рис. 16. Отрицательный буфер

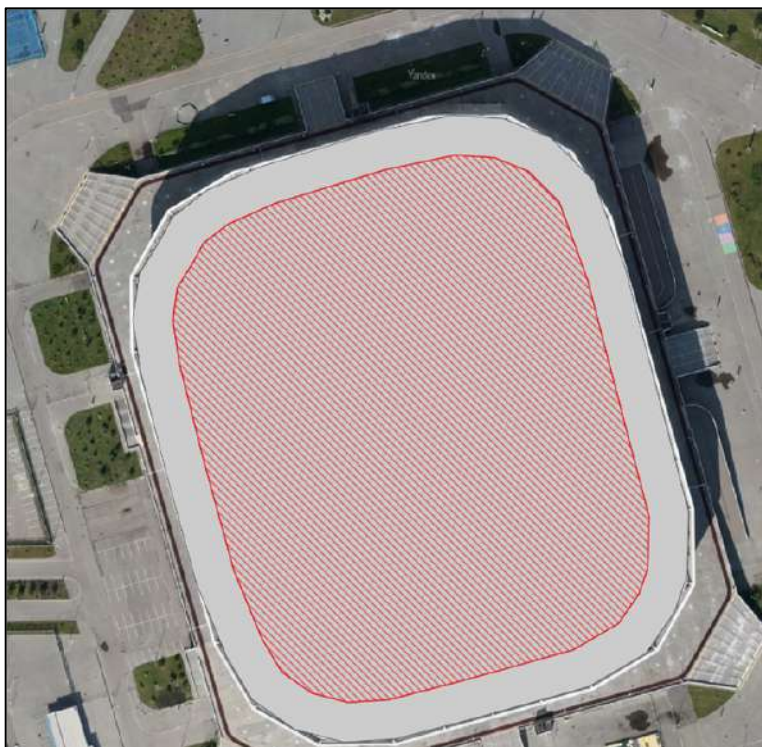


Рис. 17. Новый стадион как объект для буферизации:
серый цвет — основной полигональный объект,
красная штриховка — отрицательный буфер

Растровый буфер: когда пиксели «раздуваются».

Если векторный буфер мы можем сравнить с расширением границ королевства, то растровый буфер — это скорее процесс размножения клеток амебы. Вместо четких геометрических фигур мы имеем дело с растровым изображением, состоящим из множества пикселей. Каждый пиксель, словно маленькая амеба, может «раздуться», захватывая соседние территории.

Как это происходит в QGIS?

В QGIS для создания растрового буфера используется мощный инструмент из набора GRASS — **r.buffer**. Этот инструмент позволяет задать радиус, на который каждый пиксель с данными «разрастается». Все остальные пиксели, которые не попали в зону этого разрастания, получают статус «Нет данных», словно пустые клетки на шахматной доске.

Зачем нам нужны такие «раздутые» пиксели?

- *Анализ зон влияния.* Представьте, что каждый пиксель — это очаг загрязнения. Растровый буфер поможет нам определить, какая территория подвержена наибольшему воздействию.

- *Создание буферных зон для векторных объектов.* Если у нас есть карта с точками, например скважинами, мы можем преобразовать ее в растр и создать буфер вокруг каждой скважины. Это позволит оценить зону возможного загрязнения грунтовых вод.

- *Подготовка данных для дальнейшего анализа.* Растровые буферы часто используются как промежуточный этап в более сложных анализах, например при моделировании распространения пожаров.

Особенности растрового буфера заключаются в том, что, в отличие от векторных буферов, которые создаются вокруг четких геометрических объектов, растровые буферы работают с пикселями. Все пиксели, которые не попали в зону буфера, получают значение «Нет данных». Это позволяет отделить обработанную область от исходного растра.

Что нужно сделать, чтобы получить такой результат? У нас должен быть исходный точечный слой. После этого мы нажимаем **анализ данных**. Затем выбираем инструменты анализа. В принципе, мы можем их не закрывать, они нам еще неоднократно пригодятся. Там есть раздел **интерполяция**, где мы выбираем пункт **тепловая карта**. После этого мы строим тепловую карту по нашему точечному слою, а затем идем вниз, где есть пункт под названием **GRASS**, раскрываем, появляется пункт под названием **RASTER**, внутри которого есть уже указанный **r.buffer**. И строим наш буферный слой (рис. 18).



Рис. 18. Растровый буфер

Создание буфера в QGIS: шаг за шагом. Повторение!

Итак, алгоритм действий следующий:

1. **Выбираем звезду:** откройте свой проект в QGIS и выберите слой, содержащий объекты, которые вы хотите буферизировать. Это может быть слой с точками (например, города), линиями (реки) или полигонами (участки).

2. **Запускаем процесс буферизации:** переходим в меню **Вектор-Геообработка-Буферизация**.

3. **Указываем объект буферизации:** в появившемся окне выбираем слой, вокруг объектов которого мы хотим создать буфер.

4. **Определяем размер ореола:** в поле **Расстояние** указываем, насколько далеко от объекта должен простираться буфер. Важно помнить, что это расстояние будет в тех же единицах, что и координаты ваших объектов. Если у вас географические координаты «градусы», то и буфер будет в градусах. Это не всегда удобно, поэтому рекомендуется заранее перепроектировать слой в метрическую систему координат.

5. **Сохраняем результат:** выбираем место сохранения нового слоя с буферами и нажимаем кнопку **Выполнить**.

Новый слой с буферными зонами появится в вашем проекте. Теперь вы можете использовать эти буферы для самых разных целей: анализа доступности, оценки зон влияния, создания тематических карт и многого другого.

Важно помнить!!!

- **Единицы измерения.** Будьте внимательны с единицами измерения. Ошибка в единицах может привести к некорректным результатам.

- **Проекция.** Если вы работаете с географическими координатами, то рекомендуется перепроектировать данные в метрическую систему координат перед созданием буферов.

- **Сложность объектов.** Для сложных объектов с множеством изгибов или отверстий буферизация может занимать больше времени.

Что есть еще?

Объединение буферов: из множества — единое.

Слияние буферных зон — это словно создание единого королевства из множества мелких княжеств. В QGIS для этого используется функция «Dissolve» (в русской версии — «Результат объединения»). Представьте, что вы создаете буферы вокруг нескольких городов. Если эти буферы пересекаются, то функция «Dissolve» объединит их в одну большую территорию, словно сливая несколько озер в одно.

Буферизация избранных: когда меньше значит больше.

Иногда нам нужно создать буфер только вокруг определенных объектов, а не всего слоя. Для этого используется функция «**Только выделенные объекты**». Выделите нужные объекты, например, используя запрос по атрибутам (к примеру, отберите все улицы шириной от 5 до 10 м), и создайте буфер только для них. Это как выделить из толпы самых важных людей и окружить их особым вниманием.

Скругленные края: от квадрата к кругу.

Хотите, чтобы ваши буферы были не квадратными, а круглыми или овальными? Нет ничего проще! Параметр «Количество аппроксимирующих отрезков» позволяет регулировать степень скругления краев буфера. Чем больше отрезков, тем более плавными будут изгибы. Это как создавать скульптуру из глины: чем больше кусочков глины вы используете, тем более гладкой будет поверхность.

Множественные буферы: бублики для всех.

Если вам нужно создать не один, а несколько буферов с разными радиусами вокруг одного объекта, воспользуйтесь инструментом «Множественный буфер». Представьте, что вы создаете мишень для стрельбы: несколько концентрических кругов с разными радиусами. Этот инструмент позволяет создавать подобные структуры для ваших объектов.

Специальные виды буферов: для особых случаев.

Для линейных объектов (дороги, реки) существуют специальные виды буферов.

Конический буфер — расширяется от одной точки к другой, словно леденец на палочке. Идеально подходит для визуализации распространения загрязнения на водном объекте или в атмосфере.

Односторонний буфер — создается только с одной стороны линии, напоминая тень от забора. Отлично подходит для береговых линий. Нам же чаще всего нужна какая-то одна сторона.

Все это множество инструментов находится по пути на рисунке 19.

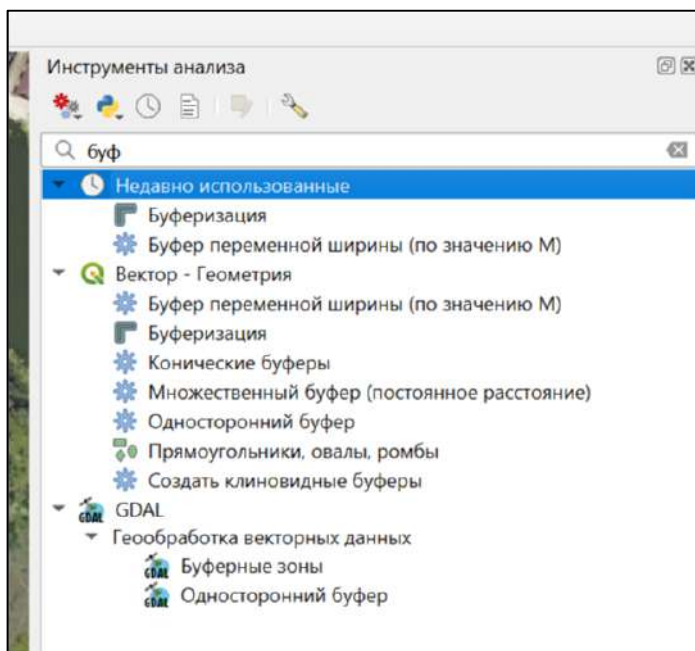


Рис. 19. Виды буферных зон

Пункт с названием «**Прямоугольники, овалы, ромбы**». Хотите превратить скучную точку на карте в элегантный геометрический объект? Инструмент создания буферов в форме прямоугольника, овала или ромба — это как волшебная палочка, способная превратить любое точечное представление в стильную геометрическую фигуру.

Итак, мы познакомились с базовыми принципами построения буферных зон. Чаще всего они строятся для оценки зоны воздействия, санитарно-защитных зон, при базовом исследовании шумового загрязнения, воздушного загрязнения. В первом приближении они, наверное, наиболее оптимальный способ демонстрации степени воздействия антропогенного фактора на окружающую среду. Инструмент несложный в освоении. Главное, помнить про систему координат, так как не очень удобно подбирать градусы, минуты и секунды, когда можно все посчитать в прямоугольной системе координат. В нашем случае — для Калининградской области — наиболее оптимальной считается система с кодом **EPSG 32634** или **WGS84 UTM-зона 34N**.

2.3. Интерполяционные поверхности в среде Qgis

Интерполяция — это процесс воссоздания неизвестных значений некоторой величины в точках пространства на основе известных значений в других точках. В ГИС интерполяцию используют для создания непрерывных поверхностей, таких как цифровые модели рельефа (ЦМР), поверхности загрязнения, температуры и других пространственно-распределенных данных.

Виды интерполяционных поверхностей.

Существует множество методов интерполяции, каждый из которых имеет свои особенности и подходит для разных типов данных. Вот некоторые из наиболее распространенных.

- **Метод обратных взвешенных расстояний (IDW).** Значение в неизвестной точке определяется как средневзвешенное значение ближайших известных точек, причем веса обратно пропорциональны расстоянию до этих точек. Этот метод прост в реализации и часто используется для создания ЦМР.

- **Кригинг.** Этот метод основан на геостатистических принципах и учитывает пространственную автокорреляцию данных. Он позволяет оценить не только значение в неизвестной точке, но и его точность. Кригинг хорошо подходит для данных с сильной пространственной зависимостью.

- **Триангуляция Делоне.** Этот метод создает сеть треугольников, покрывающих всю область исследования. Значение в любой точке определяется путем линейной интерполяции внутри треугольника, содержащего эту точку. Триангуляция Делоне широко используется для создания ЦМР.

- **Сплайны.** Сплайны представляют собой гладкие кривые, проходящие через заданные точки. Они часто используются для интерполяции данных с плавными переходами, например для создания изолиний.

Для чего строят интерполяционные поверхности?

- *Создание цифровых моделей рельефа*: ЦМР используются для множества задач, включая анализ склонов, водосборов, видимости и т. д.

- *Анализ пространственных распределений*: интерполяция позволяет визуализировать и анализировать пространственные распределения различных явлений, таких как загрязнение почвы, уровень шума, концентрация веществ.

- *Прогнозирование*: интерполяционные модели могут использоваться для прогнозирования значений в неизученных районах.

- *Моделирование природных процессов*: интерполяционные поверхности лежат в основе многих моделей природных процессов, таких как распространение загрязнений, движение грунтовых вод и т. д.

Для каких данных лучше всего подходят интерполяционные поверхности?

Точечные данные, которые могут быть результатами измерений в различных точках пространства, например высоты точек, концентрация загрязняющих веществ и т. д. Растровые данные могут быть использованы для создания более детальных интерполяционных поверхностей.

Метод обратных взвешенных расстояний: когда близость — это сила.

Метод обратных взвешенных расстояний (IDW) — это один из наиболее распространенных методов интерполяции в геоинформатике. Он позволяет создавать непрерывные поверхности, такие как цифровые модели рельефа, на основе набора дискретных точек с известными значениями. Представьте, что у вас есть карта с точками, в которых измерены, например, уровни загрязнения. IDW поможет вам «размазать» эти значения по всей карте, создавая плавную поверхность загрязнения.

Как это работает?

Принцип IDW прост: чем ближе точка, в которой мы хотим определить значение, к известной точке данных, тем большее влияние эта известная точка оказывает на результат. Иными словами, значения в неизвестных точках вычисляются как средневзвешенное значение ближайших известных точек, причем веса обратно пропорциональны расстоянию до этих точек. Чем дальше точка, тем меньше ее вес. Это можно сравнить с воздействием источника света: чем ближе мы к лампе, тем ярче свет.

Преимущества IDW:

- простота: метод легко понять и реализовать;
- интуитивность: логика метода основывается на простом принципе: ближайшие точки оказывают большее влияние;
- гибкость: существует несколько вариантов реализации IDW, позволяющих настраивать степень влияния расстояния на результат.

Недостатки IDW:

- чувствительность к выбросам: если в данных есть выбросы (значения, сильно отличающиеся от остальных), они могут существенно исказить результаты интерполяции;

- не учитывает пространственную автокорреляцию: метод IDW не учитывает, что значения в пространстве могут быть не полностью случайными, а иметь определенную структуру.

Когда использовать IDW?

- Для интерполяции данных с плавными переходами: если значения изменяются плавно в пространстве, IDW может дать хорошие результаты.

- Когда нет априорной информации о пространственной структуре данных: если вы не знаете, как именно связаны между собой значения в разных точках, IDW может быть хорошим начальным выбором.

- Для создания цифровых моделей рельефа: IDW хорошо подходит для создания ЦМР, особенно если данные о высотах распределены относительно равномерно.

Таким образом, IDW — это универсальный и простой в использовании метод интерполяции, который нашел широкое применение в различных областях. Однако, как и любой другой метод, он имеет свои ограничения. Поэтому при выборе метода интерполяции необходимо учитывать особенности данных и задачи исследования.

Итак, представим, у нас есть точки, на которых мы производили какие-то измерения. Находятся они недалеко от нашего университета и представлены, соответственно, на рисунке 20.

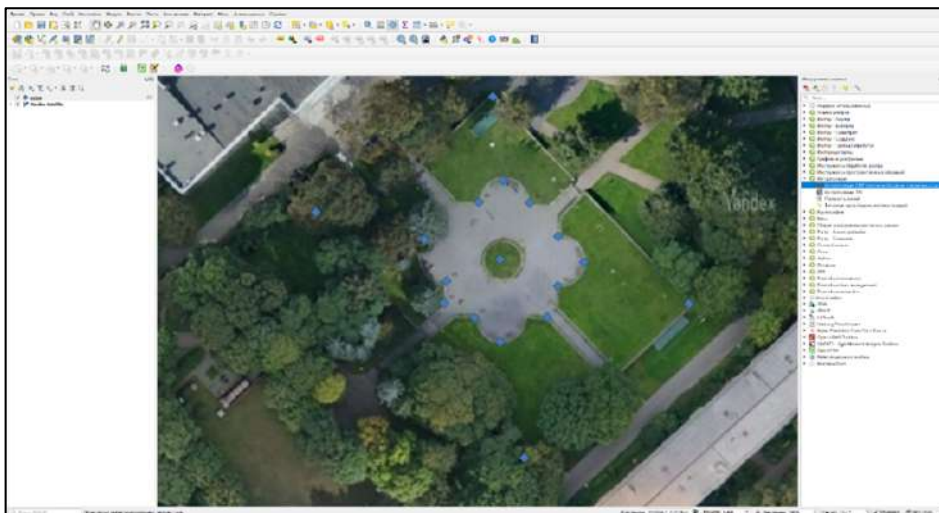


Рис. 20. Точки измерений

Чтобы запустить метод обратно взвешенных расстояний, мы идем в раздел **инструменты анализа**. Если мы опять забыли, то идем в **анализ данных** и нажимаем на пункт **инструменты анализа**. С правой стороны открывается панель с названием **инструменты анализа**. Там в разделе **интерполяция** кликаем на **интерполяцию ОВР**, у нас открывается окошко (рис. 21).

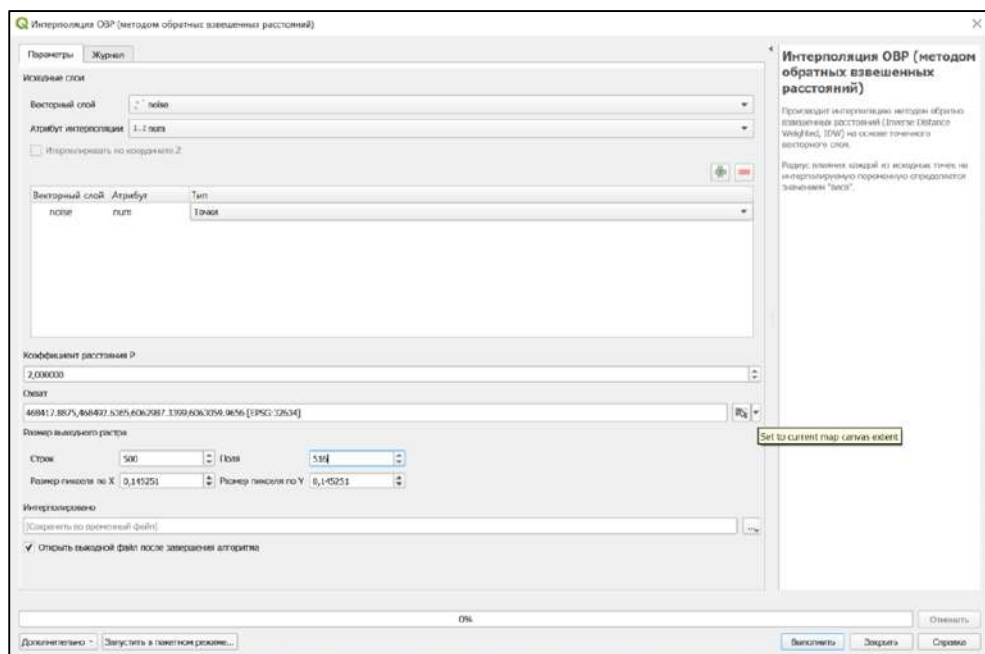


Рис. 21. Интерполяция ОВР

В этом окошке **векторный слой** — это слой, по которому мы будем строить интерполяцию. Атрибут **интерполяция** — это поле, которое содержится внутри слоя в атрибутивной таблице, по которому будут производиться вычисления. Здесь очень важно, после того как мы его выбрали, нажать обязательно кнопку **плюс**. Дальше у нас идет **коэффициент расстояния Р**. Манипулируя с этим коэффициентом, мы можем сделать как более сглаженные переходы, так и более резкие. Все зависит от цели и задачи нашего исследования. Далее раздел под названием «**Охват**». Если мы оставим как есть, он рассчитает нам ровно столько, сколько сейчас у вас изображено на мониторе, поэтому мы нажимаем сбоку кнопку со стрелкой вниз, выбираем пункт «**Рассчитать из слоя**» и выбираем свой точечный слой. Далее у нас появляется размер выходного раstra со строками и полями. Изменив одно значение, второе будет автоматически изменено. Если у вас мощный компьютер, то, конечно, мы можем поставить как можно больше значений. Однако считается будет дольше. Если нам нужно посмотреть, правильно ли мы все сделали, можем выбрать, к примеру, 500 строк, и поля нам автоматически пересчитают. После этого мы нажимаем кнопку «**Выполнить**». И получаем рисунок 22.

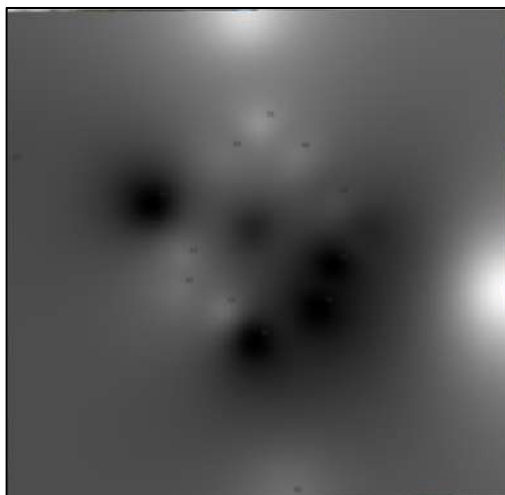


Рис. 22. Интерполяция ОВР по введенным данным

Мы получили что-то очень странное. Черно-белое с какими-то пятнами. Выглядит достаточно симпатично. Нам нужно всего-навсего поменять цветовую гамму нашего изображения, чтобы получилось «было» и «стало».

Для этого в панели слои выбираем наше **интерполировано**, кликаем правой кнопкой мышки и выбираем раздел **свойства**. После этого выбираем пункт под названием **стиль**, где в самом верху около надписи **изображения** есть надпись **одноканальное серое**. Выбираем **одноканальное псевдоцветное**. У нас всего один канал изображения. Выбираем цветовой ряд, который нам более всего симпатичен, или нравится, или подходит по цели, смотря что мы измеряем: шум, загрязнение и т.д. Здесь дело вкуса. Если градиент не нравится, есть пункт **«Инвертировать градиент»**, нажимаем **Ок** (рис. 23).

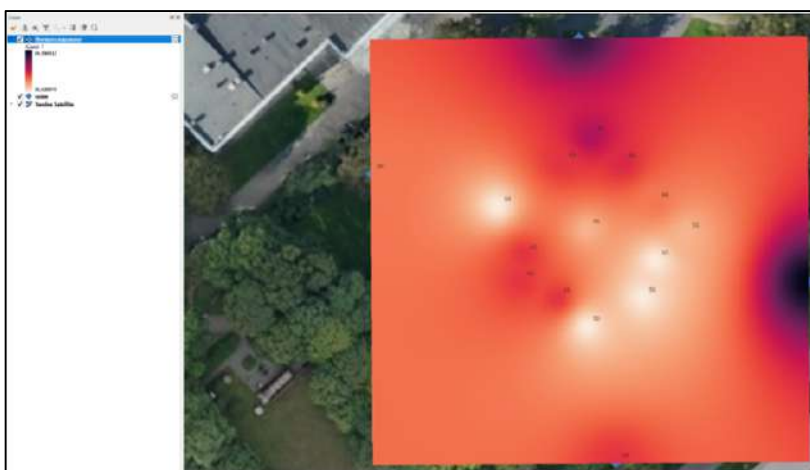


Рис. 23. Интерполяция ОВР с измененным цветовым градиентом

У нас получилось непрерывное распространение измеряемой величины в пространстве, мы видим, где у нас сформировались максимальные значения или пики. В такой цветовой гамме становится несколько проще анализировать распределение пространственных данных.

Триангуляция Делоне (Интерполяция TIN): геометрическая мозаика из треугольников.

Триангуляция Делоне — это особый способ разбить плоскость, усеянную точками, на треугольники. Представьте себе небо, усеянное звездами. Триангуляция Делоне — это как соединить эти звезды линиями так, чтобы получилась самая «красивая» и «правильная» сотовая структура из треугольников.

Что делает эту триангуляцию особенной?

- *Окружности без соседей.* Главное свойство триангуляции Делоне заключается в том, что внутри окружности, описанной вокруг любого треугольника, не должно быть других точек. Это создает эффект максимально равномерного распределения точек по плоскости.

- *Оптимальность.* Триангуляция Делоне обладает рядом оптимальных свойств, например минимизирует максимальный радиус описанной окружности для всех треугольников. Это делает ее очень полезной для различных геометрических задач.

Зачем нужна триангуляция Делоне?

- *Создание цифровых моделей рельефа.* Триангуляция Делоне часто используется для создания цифровых моделей рельефа. Точки на карте соответствуют высотным отметкам, а треугольники образуют поверхность.

- *Анализ пространственных данных.* Триангуляция Делоне помогает визуализировать и анализировать пространственные данные, например распределение почвенных типов, загрязнения и т. д.

- *Геометрические построения.* Триангуляция Делоне используется в различных алгоритмах компьютерной графики, геометрии и других областях.

Как это работает?

Существует множество алгоритмов построения триангуляции Делоне. Один из самых известных — алгоритм Боросова — Делоне. Он основан на идее постепенного добавления точек и перестроения триангуляции.

Преимущества триангуляции Делоне:

- универсальность: применима к любым наборам точек на плоскости;
- оптимальность: обладает рядом оптимальных свойств, что делает ее привлекательной для различных задач;
- хорошая визуализация: создает красивые и информативные визуализации данных.

Недостатки:

- вычислительная сложность: для больших наборов данных построение триангуляции Делоне может быть вычислительно затратным. Особенно это касается трехмерных данных или данных с высокой плотностью точек. Хотя существует множество алгоритмов построения триангуляции Делоне, многие из них имеют высокую временную сложность, особенно для больших наборов данных;

- чувствительность к выбросам: наличие выбросов в данных может существенно исказить триангуляцию. Например, одна anomальная точка может привести к появлению длинных и тонких треугольников, что негативно скажется на качестве модели;

- проблемы с границами: если данные имеют сложную границу, триангуляция Делоне может создавать треугольники, выходящие за пределы этой границы. Это может привести к некорректным результатам при анализе данных;

- ограничения в применении: триангуляция Делоне хорошо подходит для создания равномерных сеток, но может быть менее эффективна для задач, требующих адаптивных сеток, то есть сеток с различным разрешением в разных областях. В некоторых случаях могут возникать дегенеративные треугольники, например треугольники с очень малыми углами. Это может привести к численной нестабильности при проведении последующих расчетов. При построении триангуляции могут возникнуть проблемы с топологией, например появление отверстий или самопересечений.

Как ее запустить?

Повторяем все то же самое, что мы делали в обратном расстоянии. Выбираем только пункт **интерполяция TIN**. Далее все повторяем, как в предыдущем случае. Нажимаем **ОК** и получаем результат, который отличается от того, что мы видели выше (рис. 24, 25).

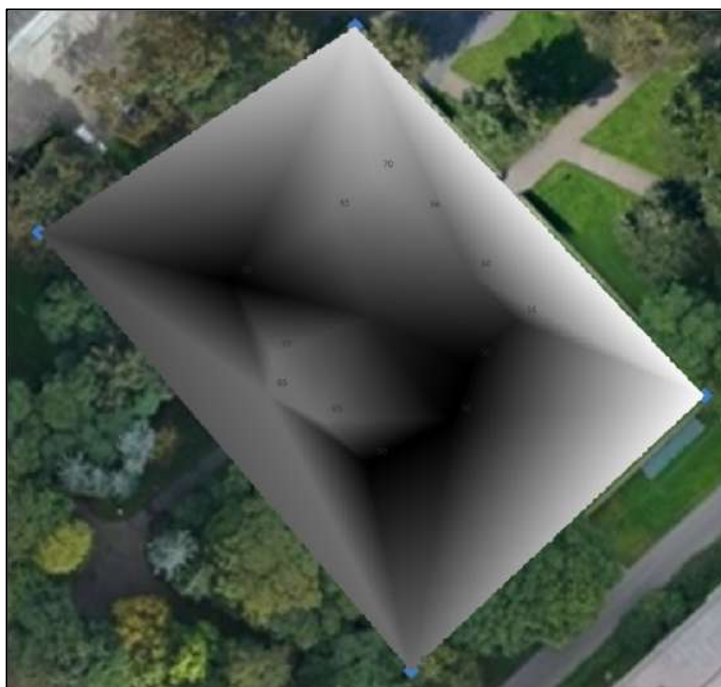


Рис. 24. Интерполяция TIN в сером

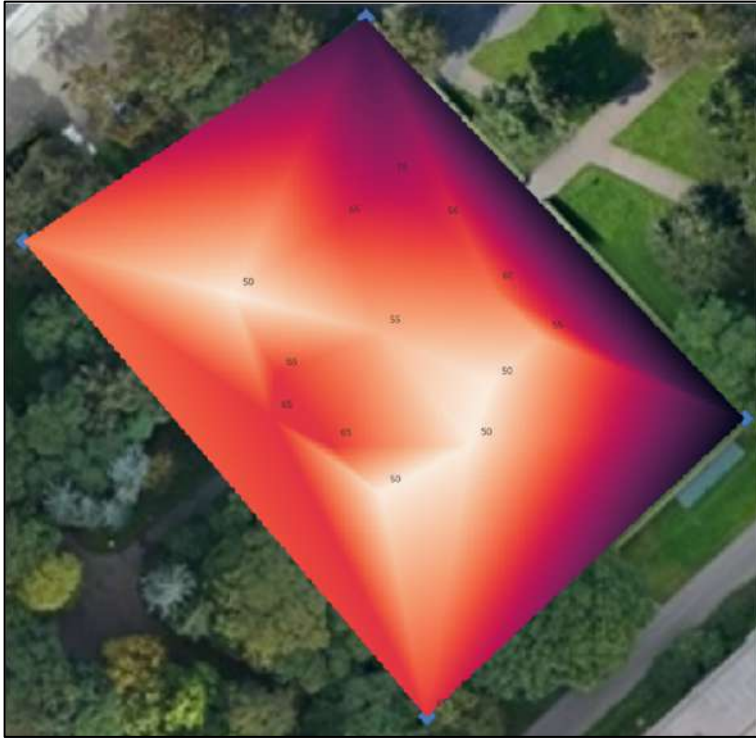


Рис. 25. Интерполяция TIN в цвете

Мы видим картину, которая повторяет в элементах метод обратно взвешенных расстояний, но при этом, во-первых, территориально ограничена жестко крайними точками нашей наблюдательной сети и имеет иное пространственное распределение. Мы видим характерные тенденции, повторяющие другой метод, но их визуальное представление несколько иное. Поэтому очень важно правильно выбрать метод интерполяции под те данные, с которыми вы работаете.

Резюмируем: Если у вас нерегулярная сетка наблюдений, условно говоря, в центре леса, по осевой линии реки и какие-то отдельные точки наблюдения в достаточно большом удалении, то, наверное, наиболее оптимально для вас будет условно метод обратно взвешенного расстояния. Если же у вас более-менее регулярная сетка наблюдений, то более релевантный выбор — это триангуляция Делоне.

Кригинг в экологии и природопользовании: заглянуть за горизонт данных.

Кригинг — это метод интерполяции, который позволяет создавать непрерывные карты из дискретных точек с известными значениями. В экологии и природопользовании он помогает «заглянуть за горизонт» имеющихся данных и получить более полную картину изучаемых процессов.

Почему кригинг так популярен в экологии?

- Кригинг не просто «размазывает» значения между точками, а учитывает, как эти значения связаны друг с другом в пространстве, что позволяет создавать более точные и реалистичные карты.

- Кригинг позволяет оценить, насколько точны полученные результаты. Это важно для принятия взвешенных решений в области охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов.

- Кригинг можно применять к самым разным типам данных и задачам — от оценки загрязнения почвы до прогнозирования распространения лесных пожаров.

Как кригинг применяется в экологии?

- Кригинг позволяет создавать детальные карты загрязнения почвы, воды и воздуха, что помогает идентифицировать источники загрязнения и разрабатывать меры по их устранению.

- Кригинг используется для оценки пространственного распределения видов растений и животных, что важно для сохранения биоразнообразия.

- Кригинг помогает моделировать пространственные изменения климатических параметров, таких как температура и осадки, что необходимо для оценки их воздействия на экосистемы.

Какие имеются подводные камни?

- Выбор подходящей модели полувариограммы — это искусство, требующее определенного опыта.

- Для больших наборов данных кригинг может быть вычислительно затратным, а в среде Qgis он вообще с большими массивами данных не работает.

В чем же коварен кригинг и его использование в Qgis? Дело в том что, к сожалению, кригинг не входит в основной набор функций Quantum, поэтому нам нужно установить модуль, который называется **Smart-map**. Мы опять идем по пути кнопка с названием **модули**, далее пункт под названием **управление модулями** (естественно, должен быть включен Интернет), и в строке **поиска** пишем либо кригинг по-английски, либо пишем Smart-map, у нас появляется модуль, который позволяет нам построить интерполяцию кригинг. Отметим, что модуль Smart-map использует достаточно большую стороннюю библиотеку, которая устанавливается вместе с ним. Поэтому бывают моменты, когда вы вроде все сделали правильно, нажимаете кнопку, но вам выпадает ошибка. Здесь причин может быть множество — начиная от атмосферного давления и заканчивая вашим плохим настроением, на самом деле, там много проблем с переменными, но мы не будем усложнять нашу задачу и представим, что вам удалось все сделать с первого раза. После установки модуля **Smart-map** его иконка появится на верхней панели, и, нажав на нее, мы получим следующее (рис. 26).

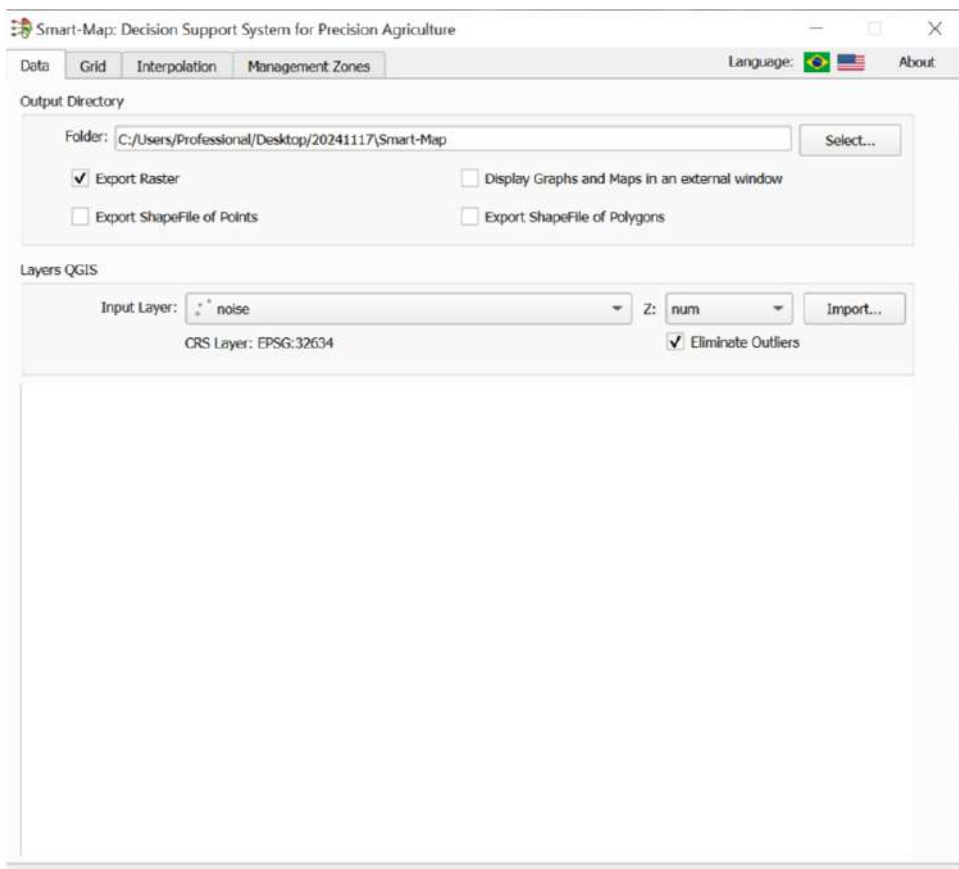


Рис. 26. Окно модуля Smart-map

Далее проверяем, куда он у нас сохранен (первая строка). Проверяем раздел **Input Layer**. Там должен быть наш точечный слой. Нажимаем кнопку **Import**. Он что-то считает, и у нас появляется таблица. После этого переходим на вкладку под названием **Grid**. Смотрим, что у нас получилось. Он показывает нам пространственное распределение со значениями и интервалы от минимального до максимального. Здесь мы можем немного поиграть с размерами пикселя, но не всегда это целесообразно. Далее переходим на вкладку **Interpolation**, где мы выбираем пункт **Calculate**. Он нам показывает вариограмму. В принципе, мы можем поиграть с моделями выбора вариограммы. Нажимаем кнопку **Interpolate** и получаем, соответственно, карту распределения. У нас в Qgis d панели слои появляется новый слой под названием **Krig_Num_Grid_Map**. Далее опять идем по пути «свойства» и меняем градиент (рис. 27).



Рис. 27. Результат по кригингу

Как и любой инструмент, кригинг требует осторожного применения и понимания его ограничений. В нашем случае из-за характера данных он не очень подходит.

Сплайн-интерполяция в Qgis: гладкие кривые для ваших данных.

Сплайн-интерполяция — это метод, который позволяет создавать плавные кривые или поверхности, проходящие через заданные точки. В геоинформатике, особенно в среде Qgis, сплайны используются для создания гладких цифровых моделей рельефа, изолиний и других пространственных объектов. Предположим, что у вас есть набор точек, представляющих высоту местности. Сплайн-интерполяция соединит эти точки плавной кривой, создавая непрерывную поверхность. Это как соединить точки на карте ниткой, но так, чтобы нитка лежала как можно плавнее.

Почему сплайны так популярны в Qgis?

- Сплайны создают очень гладкие кривые и поверхности, что делает их идеальными для визуализации и анализа пространственных данных.
- Существует множество типов сплайнов, что позволяет выбрать наиболее подходящий для конкретной задачи.

Как это работает в Qgis?

В Qgis есть несколько инструментов для сплайн-интерполяции, позволяющих:

- строить линии равных значений по интерполированной поверхности;
- создавать трехмерную поверхность, проходящую через заданные точки;
- соединять точки плавной кривой или аппроксимировать кривые.

Где этот инструмент находится в Qgis? Все то же самое. Боковая панель «Инструменты анализа». И единственное, что нам здесь понадобится, раздел под названием «Saga». «Saga» в том числе можно рассматривать как самостоятельную программу, но весь инструментарий «Saga» встроен в базовую поставку Qgis. В этом разделе есть вариации интерполяции по сплайну, имеющие разное название. Также под каждый тип задачи рекомендуется проверить, какой из них сработает и даст вам тот результат, который вы хотели бы получить (рис. 28).

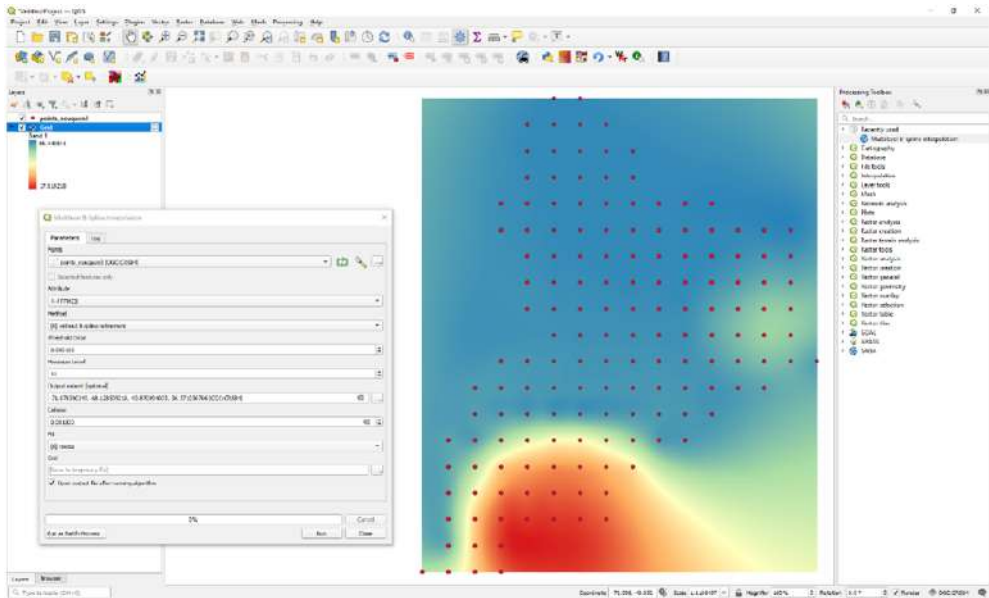


Рис. 28. B-spline интерполяция

Сплайны — это как волшебные карандаши, которые позволяют рисовать плавные и красивые линии на карте. Но, как и любым инструментом, сплайнами нужно уметь пользоваться, и не всегда у вас получится с первого раза.

Какой в Qgis и в интерполяции самый главный подводный камень? Поскольку все модули ГИС-платформы Qgis основаны на языке программирования Python, возникающие при запуске программного комплекса предупреждения о проблемах с репозиторием Python могут существенно ограничить функциональность системы, делая недоступными или неработоспособными

значительную часть инструментов. Единственное решение — это полное удаление Qgis со всеми модулями и переустановка, так как открытое программное обеспечение имеет свои особенности.

Оптимальный выбор между ГИС и векторным редактором определяется спецификой исследуемой проблемы. Конечное решение, несущее за собой определенные последствия, принимается исследователем самостоятельно (рис. 29).



Рис. 29. Выбор ГИС или редактор

3. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ В ГЕОЭКОЛОГИИ, РЕШАЕМЫЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ ВЕКТОРНОГО РЕДАКТОРА (НА ПРИМЕРЕ CORELDRAW)

Переход от геоинформационной системы (ГИС) к векторному редактору CorelDRAW представляет собой увлекательный квест, сопряженный с погружением в новый мир графического дизайна. Если ГИС — это инструмент для анализа пространственных данных и создания карт, то CorelDRAW — это творческая мастерская для создания высококачественной векторной графики. Этот переход требует понимания различий в функционале и целях этих программ, а также определенных навыков адаптации. ГИС предоставляет широкие возможности для работы с пространственными данными: от сбора и обработки до визуализации и анализа. CorelDRAW, в свою очередь, фокусируется на создании эстетически привлекательных изображений, логотипов, иллюстраций и других графических элементов. При переходе с ГИС на CorelDRAW важно помнить, что векторные данные, созданные в ГИС, могут быть экспортированы в форматы, совместимые с CorelDRAW, такие как DXF или SVG. Однако функциональность и возможности редактирования этих данных в CorelDRAW могут быть ограничены по сравнению с ГИС. Ключевым моментом при переходе является понимание различий в структуре данных. В ГИС данные организованы в слои, что позволяет управлять различными типами информации.



Рис. 30. Выбор программы

В CorelDRAW структура данных более гибкая, но требует более тщательного планирования при создании сложных композиций. Кроме того, ГИС обычно использует проекции для отображения географических данных, в то время как CorelDRAW работает с растровыми изображениями и векторными объектами в плоскости. Таким образом, переход с ГИС на CorelDRAW — это не просто смена программного обеспечения, а переход от анализа пространственных данных к созданию визуально привлекательных изображений. Этот переход требует понимания специфики каждого инструмента и умения адаптировать свои навыки к новым задачам (рис. 30).

3.1. Картографирование экологических показателей на основе растрового изображения

На первый взгляд, использование растрового изображения в CorelDRAW для картографирования экологических показателей может показаться несколько экзотическим, так как растровые изображения, в отличие от векторных, не обладают гибкостью при масштабировании и редактировании. Однако именно эта особенность растровых изображений может быть использована для создания уникальных и выразительных карт.

1. Оцифровать растровое изображение с целью создания векторных слоев «береговая линия», «ландшафты».

Создание документа.

На странице приветствия выберите **Начало работы** → **Создать документ**.

или

На странице приветствия выберите **Файл** → **Создать**.

Во вкладке **Создание документа** задайте **Параметры документа** (имя файла, количество страниц, просмотр страницы, режим основного цвета, размер страницы, ее ориентация, расширение) → **ОК**.

Создание слоя.

Для оптимизации размещения объектов на рисунке и удобства их редактирования, однородные объекты размещаются в слоях.

Для создания слоя откройте вкладку **Объект** → **Объекты** → **Создать слой**.

Чтобы добавить на слой какие-либо объекты, его необходимо сделать активным (**вкладка «Объекты»**).

Слои можно отобразить или скрыть (**вкладка «Объекты»**). Скрытие отдельных слоев позволяет оптимизировать работу с объектами на других слоях.

Во **вкладке «Объекты»** можно включить / отключить печать и экспорт отдельного слоя.

Слои можно перемещать, копировать, удалять (**вкладка «Объекты»**).

Импорт растрового изображения.

Выберите **вкладку «Файл»** → **Импорт**.

Выберите папку, где находится импортируемый файл → **Импортируемый файл** → **Нажмите кнопку «Импорт»** (рис. 31).

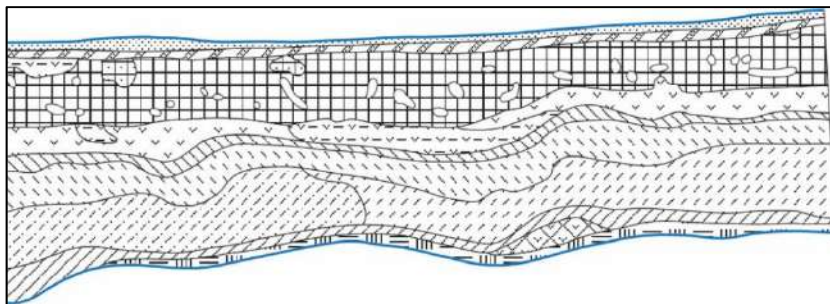


Рис. 31. Пример растрового изображения

Рисование линии и замкнутого контура.

Для оцифровки растрового изображения оптимально использование **инструмента «Кривая Безье»**, позволяющего рисовать отдельные ее сегменты, добиваясь точности отрисовки линии.

Чтобы начать рисование линии, необходимо выбрать **инструмент «Кривая Безье»** —> разместить курсор там, где необходимо разместить первый узел —> продолжить рисование линии. Чтобы закончить рисование линии, нажмите клавишу пробела (рис. 32).

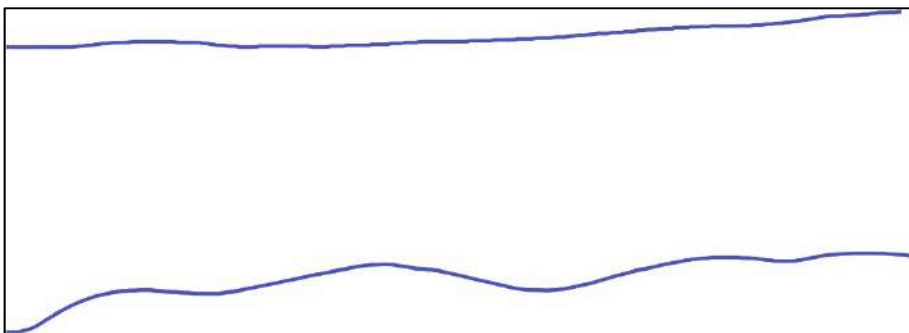


Рис. 32. Пример отрисовки линий

Для того чтобы задать толщину и цвет линии, необходимо ее выделить, открыть вкладку **Объект** —> **Свойства** —> **Абрис**.

Для того чтобы нарисовать замкнутый контур, последний узел кривой необходимо совместить с первым (рис. 33).

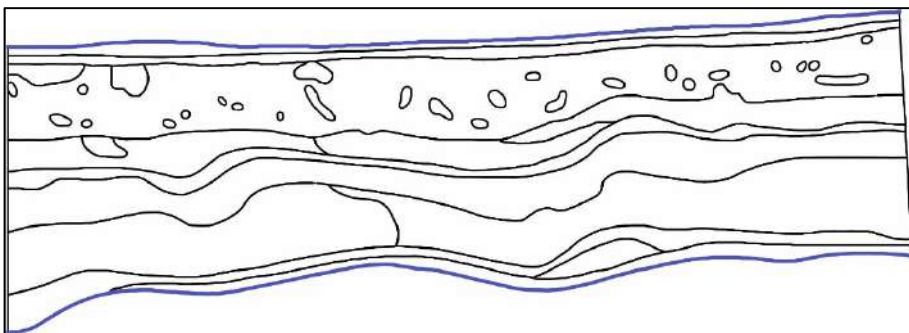


Рис. 33. Пример отрисовки замкнутых контуров

2. Нанести показатель «устойчивость природных комплексов» (метод заливки).

Однородная заливка.

Выделите объект, который будете заливать.

Откройте вкладку **Свойства** —> **Заливка** —> **Однородная заливка**.

Выберите цветовую палитру и цвет заливки (рис. 34).

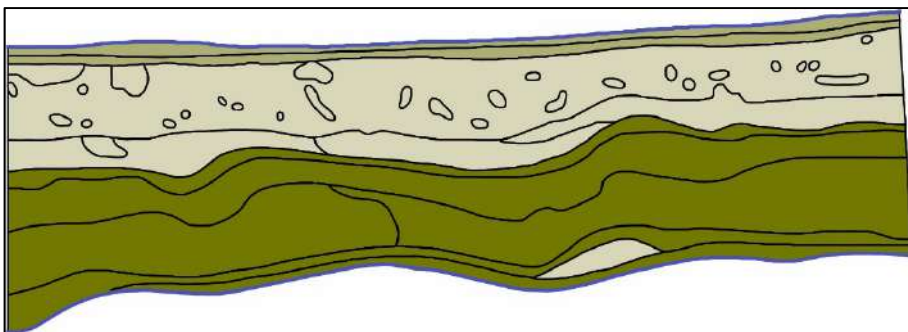


Рис. 34. Пример однородной заливки

Придать аналогичный цвет другим объектам можно с использованием инструмента «Цветовая пипетка».

3. Нанести показатели «устойчивость природных комплексов» и «депрессия природных комплексов» (метод заливки).

Заливка двухцветным узором.

Выделите объект, который будете заливать.

Откройте вкладку **Свойства** → **Заливка** → **Заливка двухцветным узором**.

Выберите заготовку заливки, цвет переднего плана, цвет фона.

Задайте ширину и высоту заливки (рис. 35).

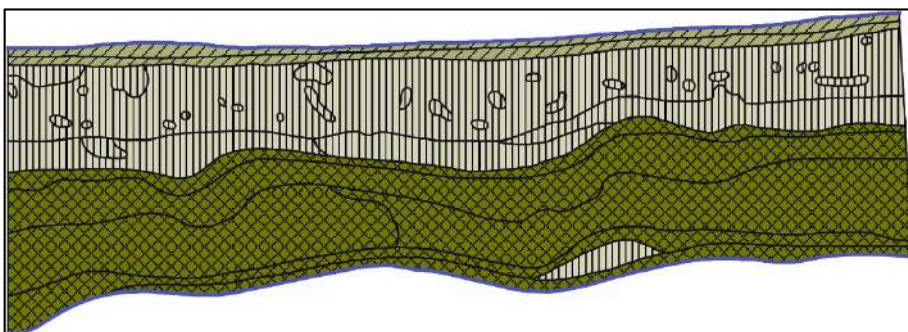


Рис. 35. Пример заливки двухцветным узором

4. Подписать объекты.

Выберите инструмент «Текст».

Поставьте курсор на поле рисунка.

Введите необходимый текст.

Откройте вкладку **Свойства** → **Текст**.

Выберите шрифт, его стиль и размер (рис. 36).

Для того чтобы переместить текст на рисунке, используйте **Инструмент выбора**.

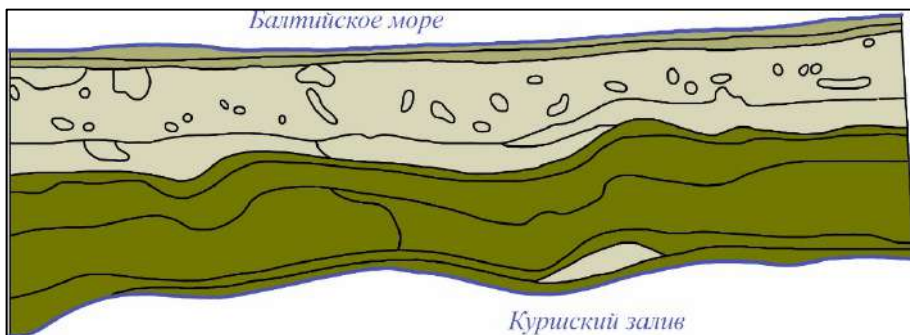


Рис. 36. Пример подписи объектов

5. Составить легенду к карте-схеме.

Обязательным элементом любого картографического произведения является легенда, которая представляет собой список условных обозначений на карте с разъяснением их значения (рис. 37).

Для выравнивания объектов легенды используется **инструмент «Выровнять и распределить»** (вкладка **Объект** → **Выровнять и распределить**).

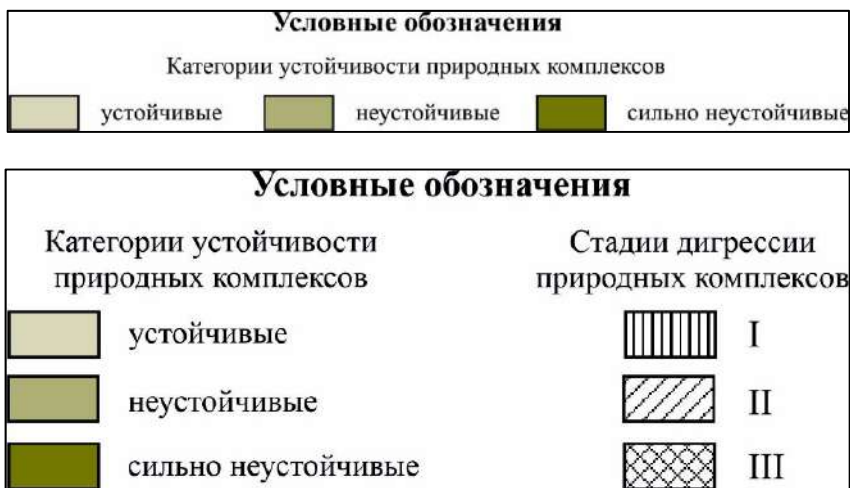


Рис. 37. Примеры оформления легенды

6. Подписать карту-схему.

Подпись карты-схемы выполняется с использованием **инструмента «Текст»** (рис. 38).

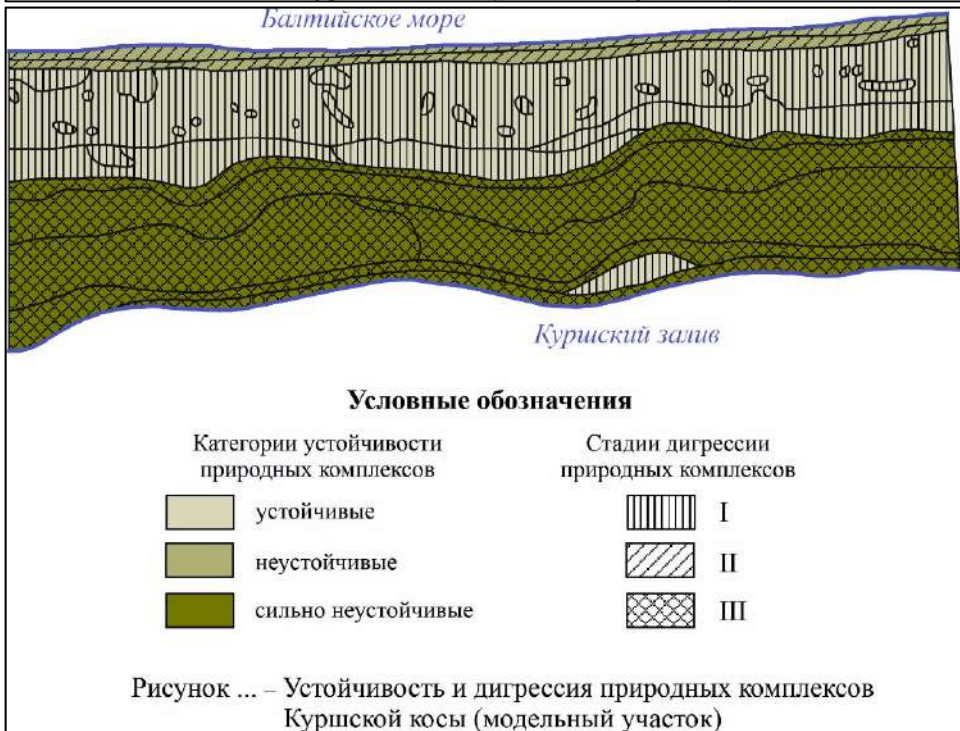
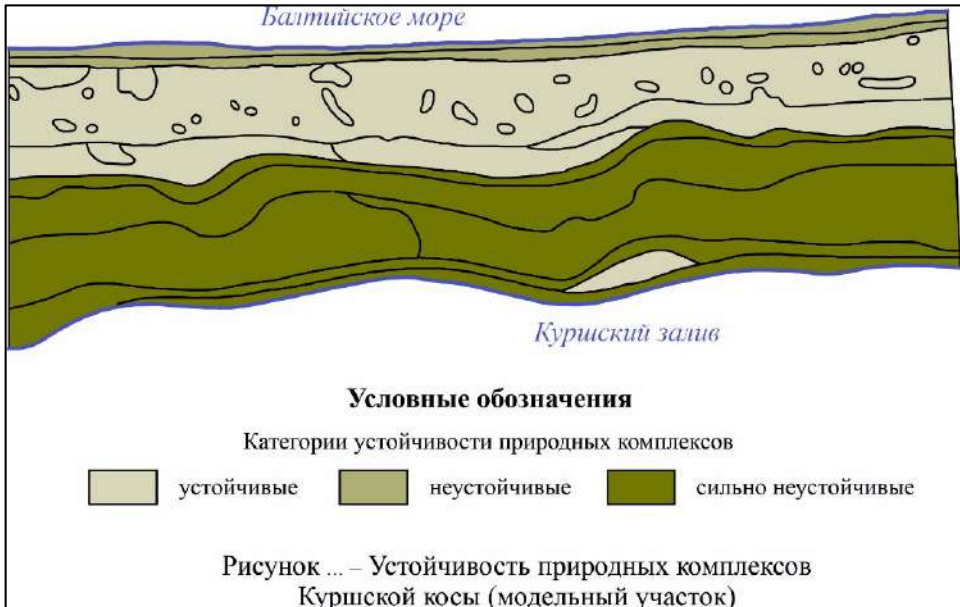


Рис. 38. Примеры оформления итоговых вариантов карт-схем

3.2. Картографирование природопользования на основе спутникового снимка

CorelDRAW, будучи мощным векторным графическим редактором, позволяет:

- привязать векторные данные к растровому изображению. К спутниковому снимку можно привязать векторные объекты, представляющие собой границы природных территорий, участки сельскохозяйственных угодий, лесные массивы и другие элементы, связанные с природопользованием;
- разработать легенду карты, которая будет объяснять, что обозначают различные цвета, узоры и символы на карте.

1. Оцифровать спутниковый снимок с целью создания векторных слоев «водные объекты», «дороги», «населенные пункты», «леса», «сельскохозяйственные угодья».

Создайте документ и необходимые слои.

Импортируйте спутниковый снимок (рис. 39).



Рис. 39. Пример спутникового снимка (<https://earth.google.com/web/>)

Нарисуйте необходимые линии и замкнутые контуры (рис. 40).

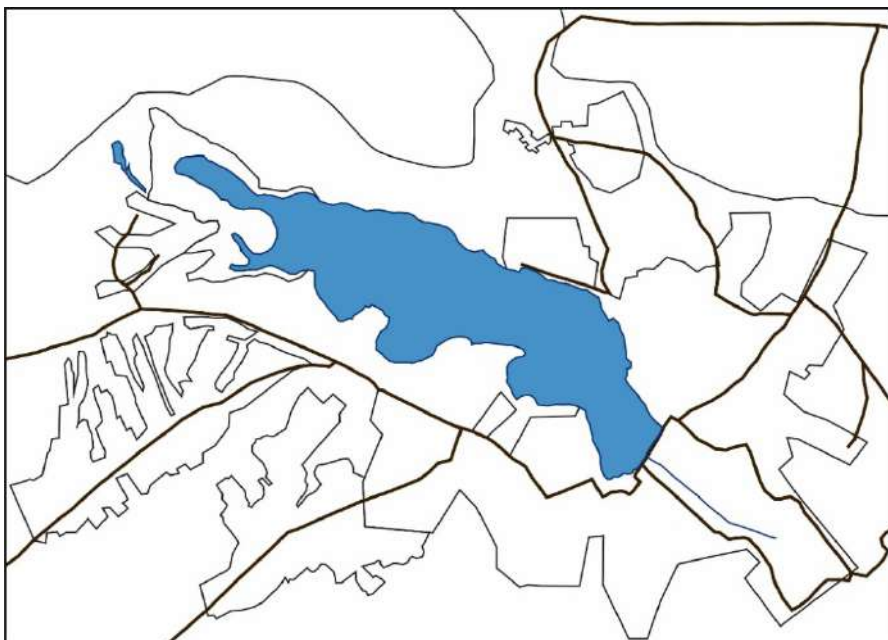


Рис. 40. Пример оцифровки спутникового снимка

2. Нанести типы природопользования: селитебный, сельскохозяйственный, лесохозяйственный, водохозяйственный, рекреационный (метод заливки, инструмент «прозрачность»).

Заливка двухцветным узором.

Выделите объект, который будете заливать.

Откройте вкладку **Свойства** → **Заливка** → **Заливка двухцветным узором**.

Выберите заготовку заливки, цвет переднего плана, цвет фона.

Задайте ширину и высоту заливки (рис. 41, 43).

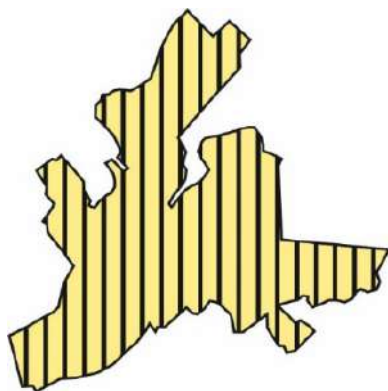


Рис. 41. Пример заливки двухцветным узором

Прозрачность.

Инструмент «Прозрачность» необходим для одновременного отображения двух характеристик / показателей, поскольку при его использовании объекты, расположенные ниже, становятся видимыми.

Выделите объект.

Откройте вкладку **Свойства** → **Прозрачность** → **Однородная прозрачность** → **Режим слияния**.

Переместите **регулятор Прозрачность** для увеличения или уменьшения прозрачности (рис. 42, 43).

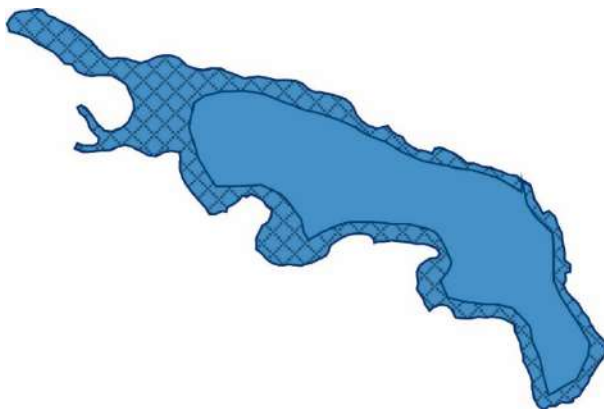


Рис. 42. Пример использования инструмента «Прозрачность»

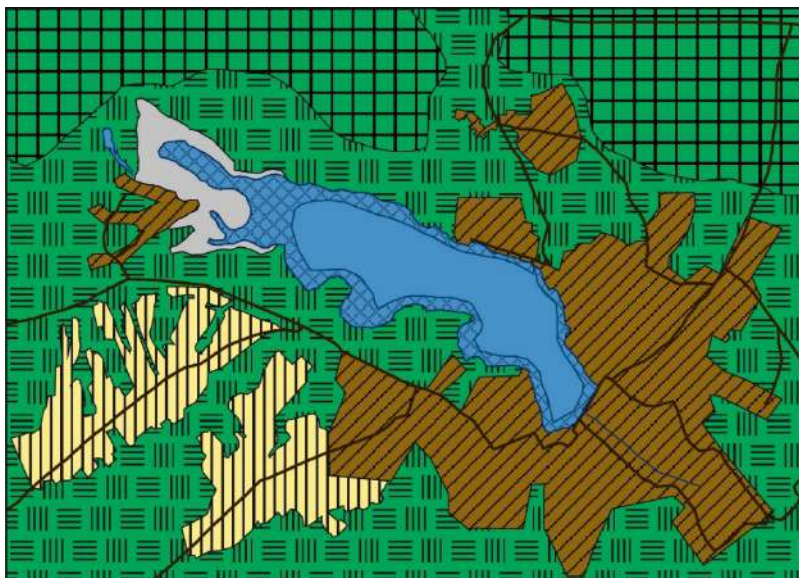


Рис. 43. Пример отображения типов природопользования

3. Подписать объекты (рис. 44).

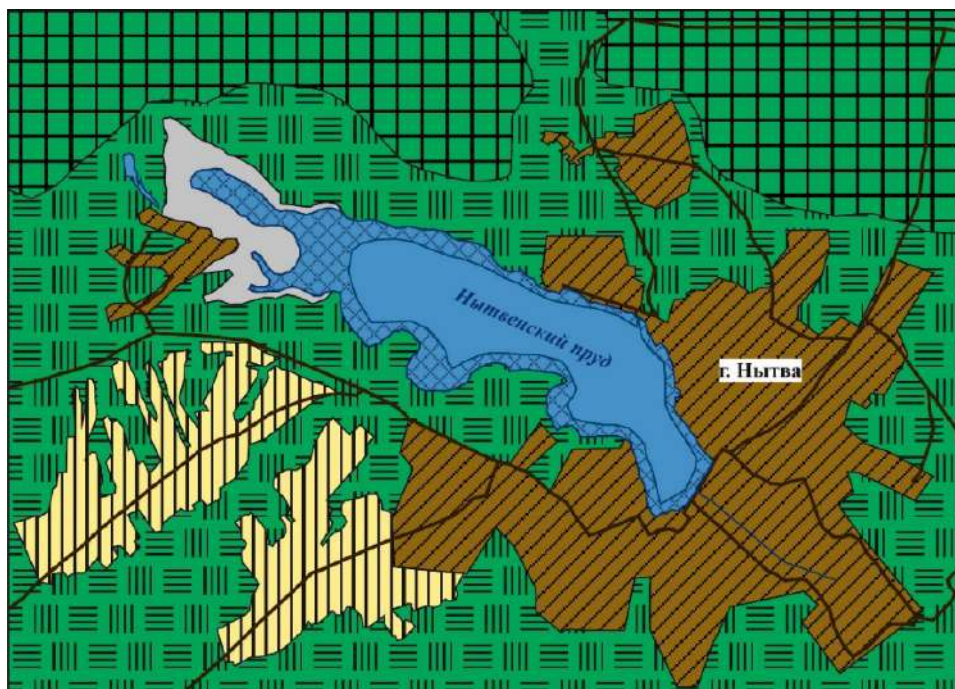


Рис. 44. Пример подписи объектов

4. Составить легенду к карте-схеме (рис. 45).

Условные обозначения












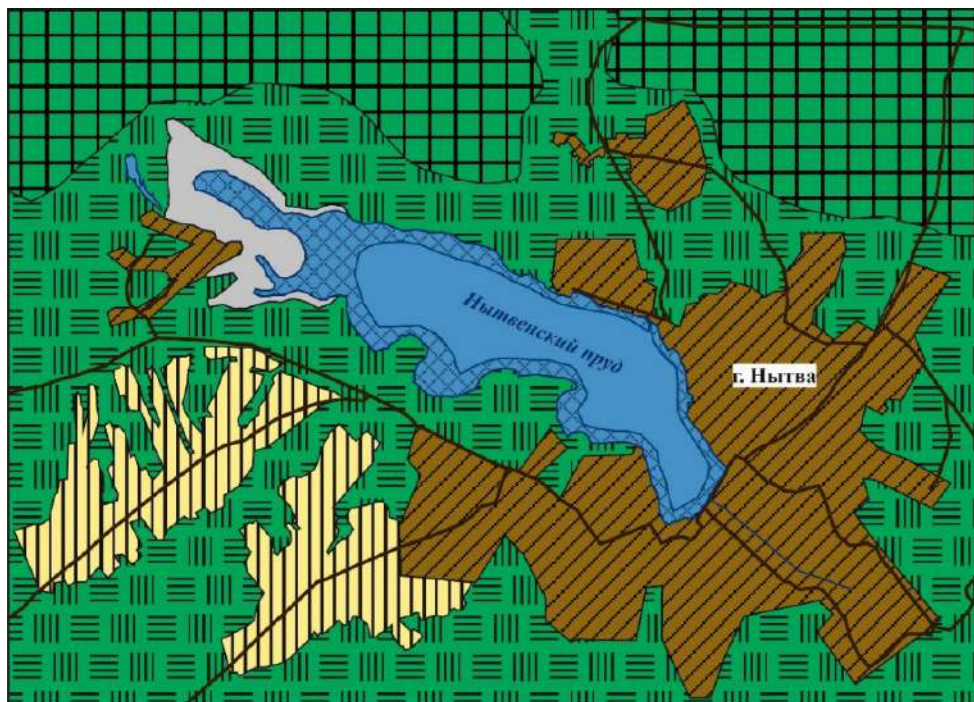
Типы природопользования			
	селитебное		лес
	лесохозяйственное		населенные пункты
	сельскохозяйственное		водные объекты
	водохозяйственное		сельскохозяйственные угодья
	рекреационное		земли иного назначения
			дороги

Рис. 45. Пример оформления легенды

5. Подписать карту-схему (рис. 46).



Условные обозначения












Типы природопользования	
	селитебное
	лесохозяйственное
	сельскохозяйственное
	водохозяйственное
	рекреационное
	лес
	населенные пункты
	водные объекты
	сельскохозяйственные угодья
	земли иного назначения
	дороги

Рисунок ... – Типы природопользования (р-н г. Нытва, Пермский край)

Рис. 46. Пример оформления итогового варианта карты-схемы

3.3. Картографирование природно-хозяйственной системы страны

Использование CorelDRAW для картографирования природно-хозяйственной системы страны — это нестандартный, но эффективный подход, который позволяет создавать информативные и визуально привлекательные карты. Этот метод особенно полезен при необходимости быстрого создания карт для презентаций, отчетов или публикаций.

1. На картографическую основу нанести:

— **природные ресурсы**: минеральные (месторождения полезных ископаемых), водные (водные объекты), лесные, охотничьи, водные биологические, рекреационные (**значковый метод, метод заливки**). Природные ресурсы на картах-схемах можно отображать **значковым методом** и **методом заливки (однородной или двухцветным узором)**. Значки могут быть отрисованы непосредственно в CorelDraw или взяты в готовом виде из открытых источников (например, при подготовке рисунка 47 использовался сайт <https://www.pinterest.com>);



Рис. 47. Пример отображения природных ресурсов

- населенные пункты (**значковый метод**);
- отрасли промышленности (**значковый метод**);
- отрасли сельского хозяйства (растениеводства, животноводства) (**значковый метод**);
- транспортную сеть (**значковый метод**).

Населенные пункты, отрасли промышленности и сельского хозяйства, транспортную сеть на карте-схеме можно отображать **значковым методом** и **методом заливки (однородной или двухцветным узором)**. Если на карту-схему наносится еще какая-либо площадная информация, перечисленные выше объекты оптимальнее отображать **значковым методом**.

Значки могут быть отрисованы непосредственно в CorelDraw или взяты в готовом виде из открытых источников (например, при подготовке рисунка 48 использовался сайт <https://www.pinterest.com>);



Рис. 48. Пример отображения населенных пунктов, отраслей промышленности и сельского хозяйства, транспортной сети

— **типы природопользования: промышленно-урбанистический, сельскохозяйственный, лесохозяйственный, водохозяйственный, рекреационный (метод заливки, инструмент «прозрачность»).**

Типы природопользования на карте-схеме можно отображать **замкнутыми контурами с однородной заливкой или заливкой двухцветным узором**. В случаях, когда контуры перекрывают друг друга, целесообразно использование **инструмента «Прозрачность»** (рис. 49).

1. Используя данные статистических сборников «Охрана окружающей среды в России» (<https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13209>), «Основные показатели охраны окружающей среды» (<https://rosstat.gov.ru/compendium/document/13294>), построить таблицы, отображающие данные о выбросах в атмосферный воздух в субъектах Приволжского федерального округа в 2020—2022 гг. (табл. 3, 4).

Таблица 3

Общий объем выбросов в атмосферный воздух в субъектах Приволжского федерального округа (тыс. т), 2020—2022 гг.
(<https://rosstat.gov.ru>)

Субъект РФ	2020	2021	2022
Республика Башкортостан	559,3	574,9	562,5
Республика Марий Эл	70,7	53,7	47,2
Республика Мордовия	115,5	110,0	106,5
Республика Татарстан	461,7	442,2	423,1
Удмуртская Республика	168,8	181,2	192,6
Чувашская Республика	40,2	41,7	46,3
Пермский край	382,7	376,0	373,8
Кировская область	180,8	177,9	176,4
Нижегородская область	227,6	235,2	237,6
Оренбургская область	495,9	521,4	487,0
Пензенская область	56,2	51,9	53,2
Самарская область	335,2	309,0	303,4
Саратовская область	273,9	262,8	261,3
Ульяновская область	55,6	54,9	48,3

Таблица 4

Доля выбросов в атмосферный воздух от стационарных и передвижных источников в субъектах Приволжского федерального округа в 2022 г. (<https://rosstat.gov.ru>)

Субъект РФ	Доля выбросов, %	
	От стационарных источников	От передвижных источников
Республика Башкортостан	76,9	23,1
Республика Марий Эл	69,3	30,7
Республика Мордовия	46,8	53,2
Республика Татарстан	75,6	24,4
Удмуртская Республика	80,3	19,7
Чувашская Республика	68,4	31,6
Пермский край	73,5	26,5
Кировская область	48,6	51,4
Нижегородская область	51,1	48,9

Субъект РФ	Доля выбросов, %	
	От стационарных источников	От передвижных источников
Оренбургская область	81,7	18,3
Пензенская область	58,2	41,8
Самарская область	77,1	22,9
Саратовская область	45,2	54,8
Ульяновская область	51,9	48,1

2. Подготовить картографическую основу: нанести границы федерального округа; субъектов, входящих в его состав; крупнейшие города.

Объекты картографической основы могут быть отрисованы с растрового изображения. Для его оцифровки оптимально использование **инструмента «Кривая Безье»** (границы федерального округа; субъектов, входящих в его состав) и **значкового метода** (крупнейшие города). Также объекты в виде векторных изображений из открытых источников (например, при подготовке рисунка 52 использовался сайт <https://www.sharada.ru/>).

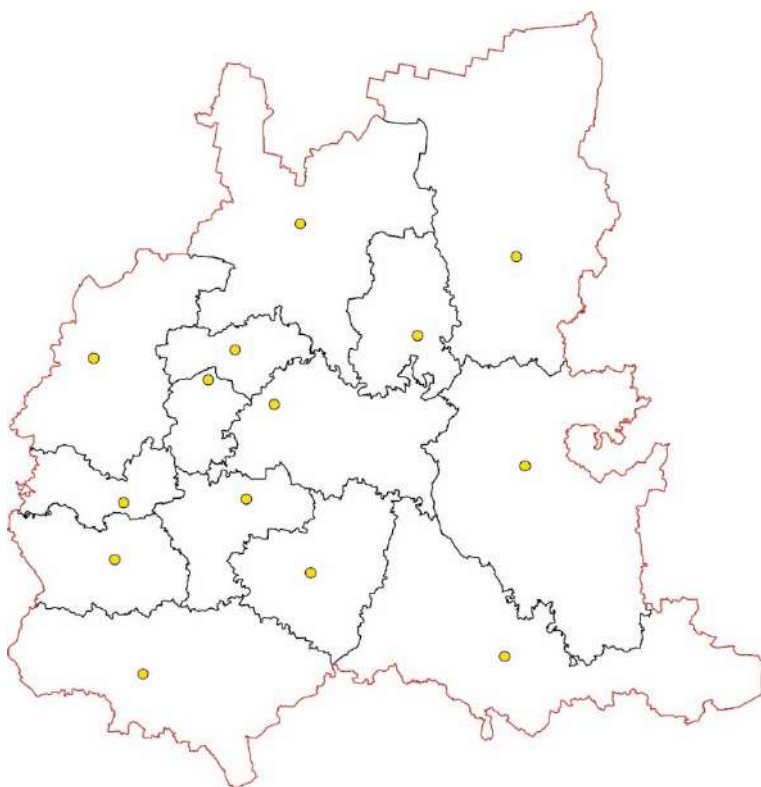


Рис. 52. Пример картографической основы для нанесения статистических данных

3. Построить карты-схемы:

— **Общий объем выбросов в атмосферный воздух в субъектах Приволжского федерального округа (тыс. т) в 2022 году (метод заливки).**

Для отображения на карте-схеме одного показателя целесообразно использовать метод заливки (однородной или двухцветным узором) (рис. 53, 54).

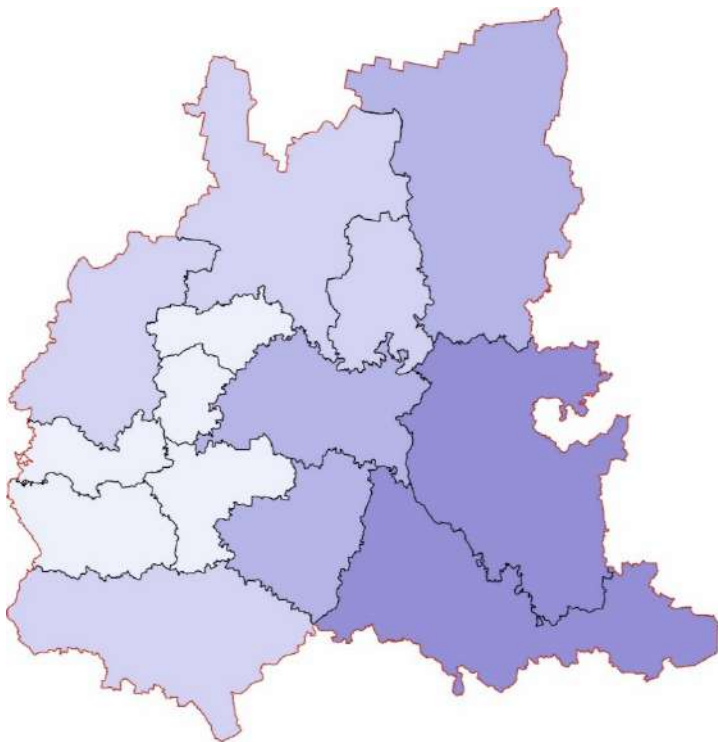


Рис. 53. Пример отображения одного показателя

— **Общий объем выбросов в атмосферный воздух в субъектах Приволжского федерального округа (тыс. т) в 2020—2022 годах (низкий, повышенный, высокий, очень высокий) (значковый метод).**

Для отображения на карте-схеме двух и более значений одного показателя целесообразно использовать значковый метод (рис. 55). При данном подходе значения показателя передаются цветом значка при одинаковой его форме.

— **Общий объем выбросов и доля выбросов в атмосферный воздух от стационарных и передвижных источников в субъектах Приволжского федерального округа (тыс. т) в 2022 году (метод заливки, диаграммы) (рис. 56).**

Для более информативного представления данных на картографическом изображении возможно одновременное использование графического редактора CorelDraw и программы Excel.

Для отображения на карте-схеме одного из показателей целесообразно использовать **метод заливки (однородной или двухцветным узором)**. Другие показатели возможно отображать в виде **диаграмм**, подготовленных в программе Excel.

Для переноса диаграмм из программы Excel скопируйте их в исходном файле построения → выберите **вкладку «Правка»** → **инструмент «Специальная вставка»** → вставить как **«Рисунок (метафайл)»** → подберите размер диаграммы.

4. Подписать объекты (рис. 54—56).
5. Составить легенды к картам-схемам (рис. 54—56).
6. Подписать карты-схемы (рис. 54—56).



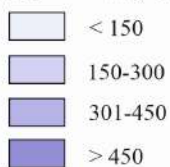
Рисунок ... – Общий объем выбросов в атмосферный воздух в субъектах Приволжского федерального округа (тыс. т) в 2022 году

Рис. 54. Пример оформления итогового варианта карты-схемы

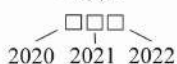


Условные обозначения

Общий объем выбросов в атмосферный воздух, тыс. т



Годы



Субъекты РФ

- 1 Республика Марий Эл
- 2 Чувашская Республика
- 3 Республика Мордовия
- 4 Удмуртская Республика

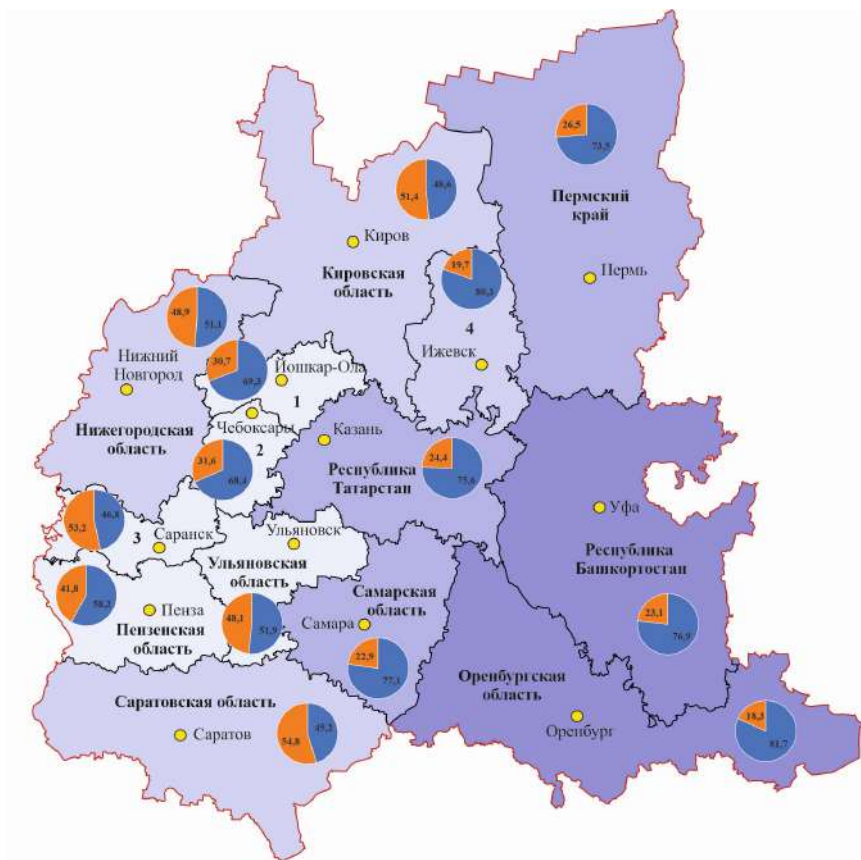
— граница федерального округа

— граница субъекта РФ

● населенные пункты

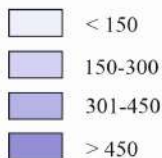
Рисунок ... – Общий объем выбросов в атмосферный воздух в субъектах Приволжского федерального округа (тыс. т) в 2020-2022 годах

Рис. 55. Пример оформления итогового варианта карты-схемы

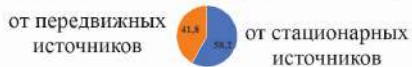


Условные обозначения

Общий объем выбросов в атмосферный воздух, тыс. т



Доля выбросов в атмосферный воздух, %



Субъекты РФ

- 1 Республика Марий Эл
- 2 Чувашская Республика
- 3 Республика Мордовия
- 4 Удмуртская Республика
- граница федерального округа
- граница субъекта РФ
- населенные пункты

Рисунок ... – Общий объем выбросов и доля выбросов в атмосферный воздух от стационарных и передвижных источников в субъектах Приволжского федерального округа (тыс. т) в 2022 году

Рис. 56. Пример оформления итогового варианта карты-схемы

3.5. Картографирование показателей качества окружающей среды

Картографирование качества окружающей среды — это не только техническая задача, но и настоящее искусство визуализации сложных данных. Традиционно для этого используют специализированные ГИС-системы. Однако CoreDRAW инструмент, больше ассоциирующийся с дизайном логотипов и иллюстраций и открывающий перед нами новые горизонты в этой области.

1. Используя данные статистического сборника «Основные показатели охраны окружающей среды» (<https://rosstat.gov.ru/compendium/document/13294>), построить таблицу показателей качества окружающей среды в субъектах Приволжского федерального округа в 2022 году (табл. 5).

Таблица 5

Показатели качества окружающей среды в субъектах Приволжского федерального округа в 2022 г. (<https://rosstat.gov.ru>)

Субъект РФ	Показатели качества окружающей среды		
	Общий объем выбросов в атмосферный воздух, тыс. т	Объем сброса сточных вод, млн м ³	Количество образованных отходов производства и потребления, тыс. т
Республика Башкортостан	562,5	433,1	26 328
Республика Марий Эл	47,2	59,0	310
Республика Мордовия	106,5	28,4	1913
Республика Татарстан	423,1	514,0	16 583
Удмуртская Республика	192,6	100,3	1557
Чувашская Республика	46,3	94,6	284
Пермский край	373,8	1210,0	38 655
Кировская область	176,4	118,7	777
Нижегородская область	237,6	699,8	4060
Оренбургская область	487,0	455,9	27 793
Пензенская область	53,2	176,0	1220
Самарская область	303,4	411,7	2637
Саратовская область	261,3	198,6	6962
Ульяновская область	48,3	118,9	1557

2. Подготовить картографическую основу: нанести границы федерального округа; субъектов, входящих в его состав; крупнейшие города.

— **Построить карты-схемы: показатели качества окружающей среды в субъектах Приволжского федерального округа в 2022 году (общий объем выбросов в атмосферный воздух, объем сброса сточных вод, количество образованных отходов производства и потребления) (значковый метод, геометрические фигуры; самостоятельно нарисованные значки).**

Для отображения на карте-схеме двух и более показателей целесообразно использовать **значковый метод**. При этом каждому показателю задается индивидуальная форма значка, а значения показателя передаются цветом (рис. 57) или размером (рис. 58) значка. Значки могут быть отрисованы непосредственно в CorelDraw или взяты в готовом виде из открытых источников.

3. Подписать объекты (рис. 57, 58).

4. Составить легенды к картам-схемам (рис. 57, 58).

5. Подписать карты-схемы (рис. 57, 58).

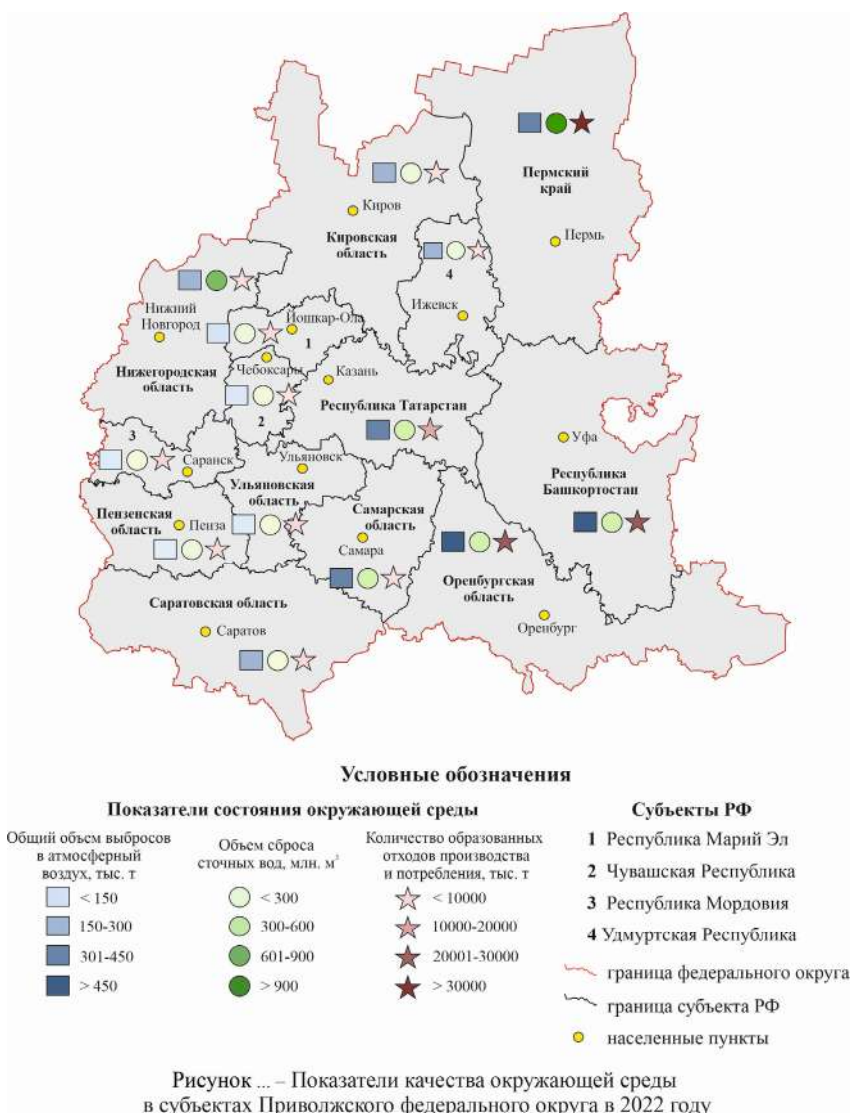


Рис. 57. Пример оформления итогового варианта карты-схемы



Рис. 58. Пример оформления итогового варианта карты-схемы

3.6. Картографирование экологической ситуации

Одним из возможных направлений использования графического редактора CorelDraw является выполнение расчетов по сетке, для чего подбираются картографические материалы, на которых отображены оцениваемые показатели; разрабатывается матрица расчета. Ниже приведен пример расчета экологической ситуации и способы его картографической визуализации.

1. Подобрать карты / карты-схемы, на которых нанесены водные объекты, леса, сельскохозяйственные угодья, дороги, населенные пункты (рис. 59).

Дороги Смоленской области



Рис. 59. Пример растрового изображения
(<https://goroder.ru/karta-dorog-smolenskoj-oblasti/>)

2. На картографические материалы наложить расчетную сетку (рис. 60).

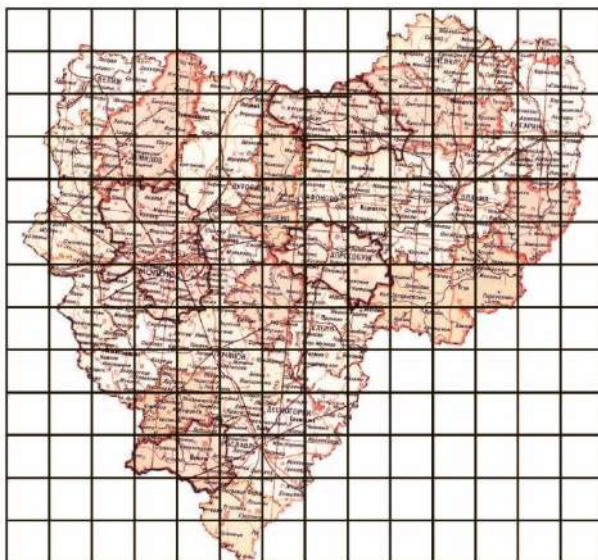


Рис. 60. Пример наложения расчетной сетки

3. Построить расчетные сетки — водные объекты (рис. 61), леса (рис. 62), сельскохозяйственные угодья (рис. 63), дороги (рис. 64), населенные пункты (рис. 65).

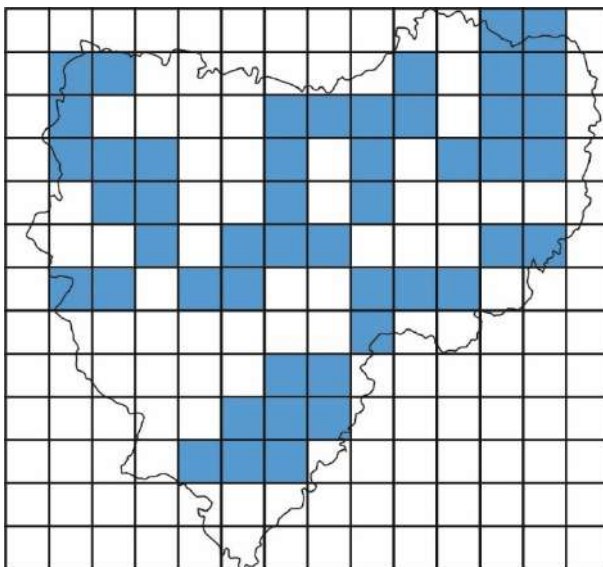


Рис. 61. Пример расчетной сетки «водные объекты»

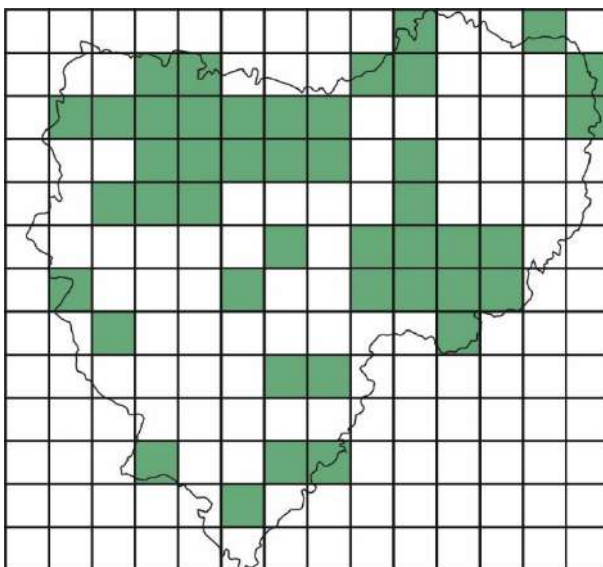


Рис. 62. Пример расчетной сетки «леса»

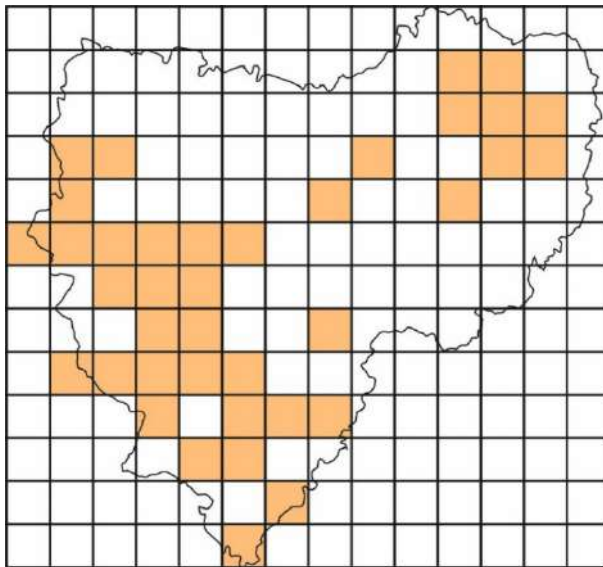


Рис. 63. Пример расчетной сетки «сельскохозяйственные угодья»

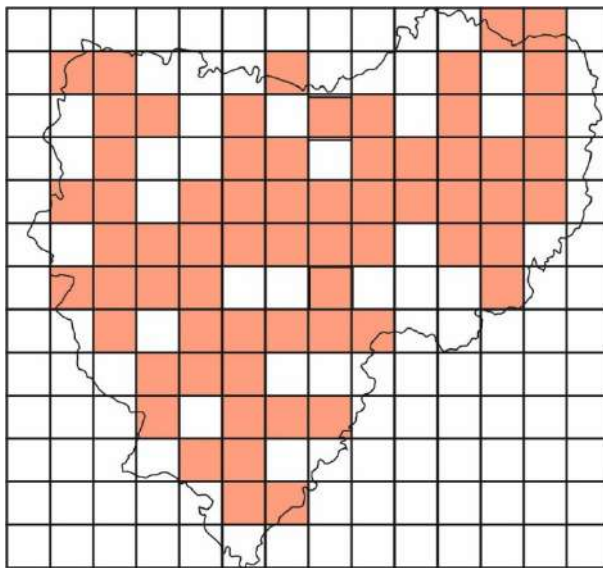


Рис. 64. Пример расчетной сетки «дороги»

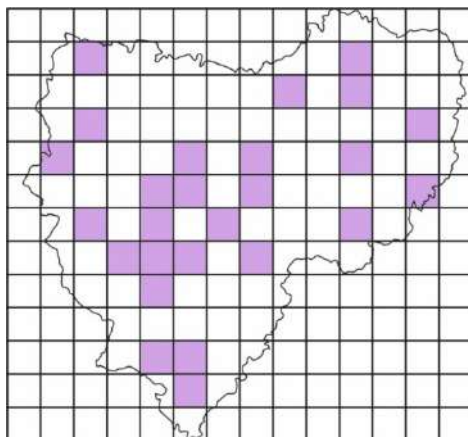


Рис. 65. Пример расчетной сетки «населенные пункты»

4. Рассчитать экологическую ситуацию:

- водные объекты — +1 балл;
- леса — +1 балл;
- сельскохозяйственные угодья — -1 балл;
- дороги — -1 балл;
- населенные пункты — -1 балл.

5. Ранжировать экологическую ситуацию по степени напряженности (рис. 66):

- удовлетворительная — (+2) балла;
- конфликтная — 0—(+1) балл;
- напряженная — (-1)—(-2) балла;
- критическая — (-3) балла.

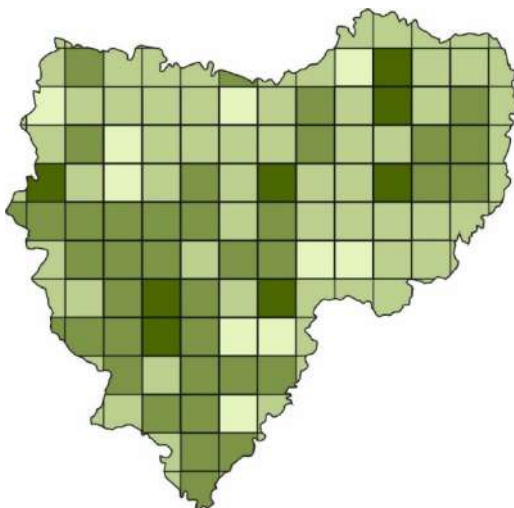


Рис. 66. Пример расчетной сетки «экологическая ситуация»

Для заливки части ячейки сетки целесообразно использовать **инструмент «Интеллектуальная заливка»**.

6. Составить легенду к карте-схеме (рис. 67).

7. Подписать карту-схему (рис. 67).

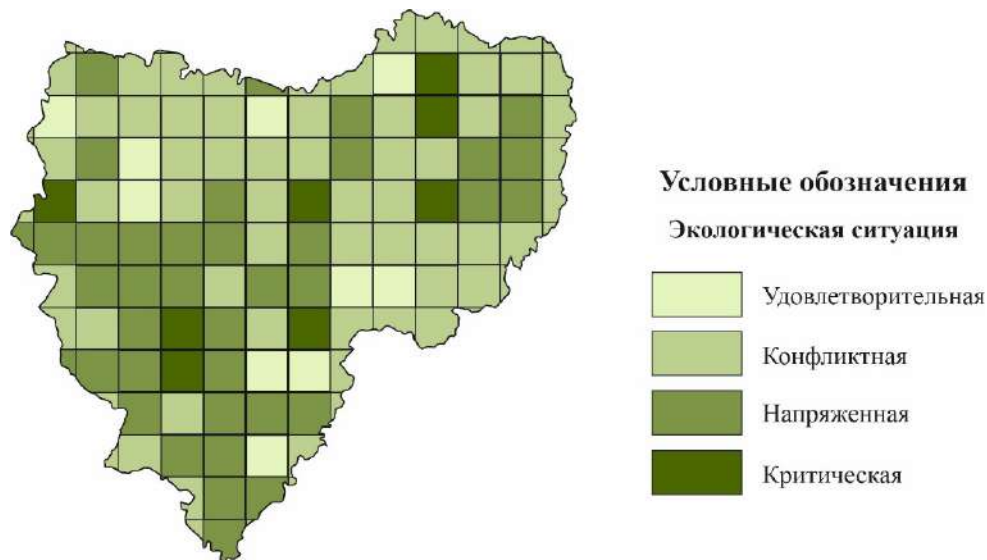


Рисунок ... – Экологическая ситуация в Смоленской области

Рис. 67. Пример оформления итогового варианта карты-схемы

3.7. Использование векторных редакторов для видеоэкологической оценки

Применение графических пакетов эффективно при работе с визуальной составляющей практической части непрофильных дисциплин, курсовых и выпускных квалификационных работ.

На примере практической работы «Расчет коэффициента агрессивности визуальных полей вертикальных поверхностей фасадов зданий» показано применение иллюстративной графики на основе использования программных пакетов CorelDRAW, Adobe Photoshop и др.

Расчет агрессивности видимых полей проводится на вертикальных поверхностях фасадов зданий с применением соответствующей методики (Федосова, 2008; Городков, Салтанова, 2022).

Для проведения расчетных действий требуется определение ряда показателей (рис. 68).

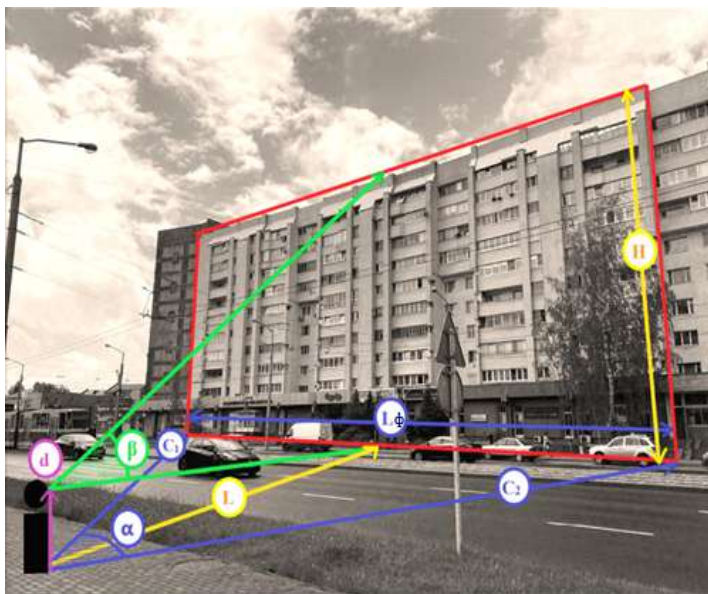


Рис. 68. Схема определения параметров здания и углов обзора:

H — высота здания, м; L_{ϕ} — длина фасада здания, м; C_1 и C_2 — расстояния от видовой точки до крайних границ плоскости фасада здания, м; α — горизонтальный угол обзора плоскости фасада здания; d — разность высотных отметок уровня горизонта (уровня глаз наблюдателя) и уровня поверхности земли в месте нахождения объекта; β — вертикальный угол обзора плоскости фасада здания

Работа состоит из следующих этапов: натурные наблюдения, включающие фотографирование фасада здания (рис. 69, 70); нанесение на фотографию здания сетки; расчет коэффициента агрессивности визуальной среды.



Рис. 69. Исходная фотография объекта



Рис. 70. Фотография объекта после обработки в Adobe Photoshop

Расчет количества ячеек сетки и порядок их нанесения отражены в указанной выше методике (Федосова, 2008; Городков, Салтанова, 2022).

Итоговая разбивка сетки по фасаду здания показана на рисунке 71.

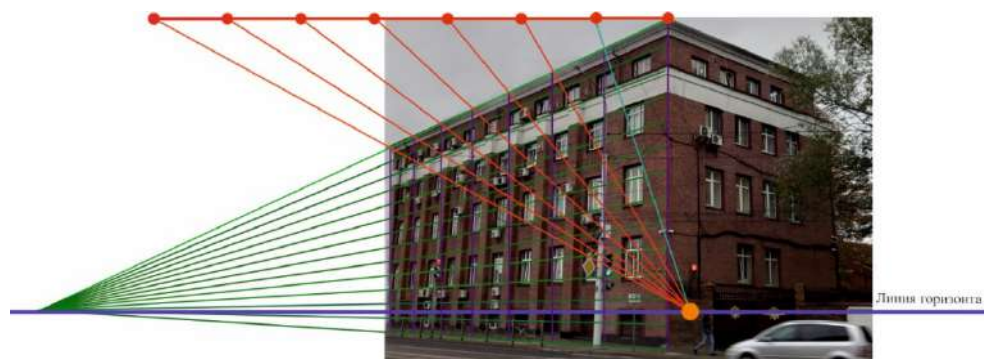


Рис. 71. Разбивка сетки по фасаду здания

Подсчет количества ячеек с двумя и более одинаковыми видимыми элементами фасада здания лежит в основе определения коэффициента агрессивности визуальной среды.

В курсовом и дипломном проектировании применение графических пакетов позволяет визуализировать пространственное распределение показателей, их временную динамику, трансформацию территорий и объектов и др.

Ниже показаны примеры видеозэкологической коррекции объектов (рис. 72, 73).



a



б

Рис. 72. Видеокоррекция придомовой территории здания на улице 9 Апреля (г. Калининград):

a — исходное состояние объекта; *б* — видеокоррекция придомовой территории



a



Условные обозначения

- | | |
|---|-----------------------|
| ① Кустарниковая изгородь
пузыреплодника калинолистного | ③ Клён остролистный |
| ② Кизил обыкновенный | ④ Липа мелколистная |
| | ⑤ Псевдотсуга мензиса |

б

Рис. 73. Видеокоррекция придомовой территории объекта исследования на улице Генерала Челнокова (г. Калининград):
a — исходное состояние объекта; *б* — видеокоррекция придомовой территории

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ:
СИНТЕЗ ГЕОИНФОРМАТИКИ И ГРАФИЧЕСКОГО ДИЗАЙНА
В ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ**

Синтез возможностей геоинформационных систем (ГИС) и векторных графических редакторов, таких как CorelDRAW, открывает новые горизонты в проведении геоэкологических исследований. ГИС предоставляет мощный инструментарий для сбора, обработки и анализа пространственных данных, в то время как векторные редакторы позволяют создавать высококачественную визуализацию полученных результатов. Использование ГИС на начальных этапах исследования позволяет собрать и систематизировать разнородные пространственные данные, провести их анализ и выявить пространственные закономерности. Полученные результаты могут быть экспортированы в векторный формат и обработаны в графическом редакторе. Здесь на первый план выходят творческие возможности дизайнера, позволяющие создать информативные и эстетически привлекательные карты, диаграммы и иллюстрации. Таким образом, сочетание ГИС и векторных графических редакторов обеспечивает комплексный подход к геоэкологическим исследованиям. ГИС предоставляет научную основу, а векторные редакторы — художественную выразительность. Этот симбиоз позволяет не только эффективно решать исследовательские задачи, но и доносить результаты исследований до широкой аудитории в доступной и наглядной форме. В заключение следует отметить, что освоение обоих типов программного обеспечения требует определенных усилий и времени. Однако владение как ГИС, так и векторными графическими редакторами открывает перед исследователем широкие перспективы и позволяет ему стать не только ученым, но и талантливым визуализатором научных данных.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Городков А. В., Салтанова С. И.* Экология визуальной среды : учеб. пособие. 2-е изд., перераб. и доп. СПб. : Лань, 2022. 192 с.

2. *Федосова С. И.* Эколого-технологические основы формирования визуальной среды крупного города : автореф. дис. ... канд. техн. наук. М., 2008. 24 с.

Белов Николай Сергеевич
Шаплыгина Татьяна Владимировна
Волкова Ирина Игоревна

ГИС-КАРТОГРАФИРОВАНИЕ
ДЛЯ РЕШЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАДАЧ
В ОБЛАСТИ ГЕОЭКОЛОГИИ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

Учебное пособие

Учебное электронное издание

Редактор *В. Е. Москаленко*
Компьютерная верстка *Г. И. Винокуровой*

Дата выхода в свет 17.03.2025 г.
Формат 70×100¹/₁₆. Усл. печ. л. 6,6