



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Башкирский государственный аграрный университет»

Кафедра лесоводства и
ландшафтного дизайна

Б1.В.ДВ.05.01 ГИС в ландшафтной архитектуре

Методические указания к лабораторным работам

Направление подготовки
35.03.10 Ландшафтная архитектура

Профиль подготовки
Садово-парковое и ландшафтное строительство

Квалификация (степень) выпускника
бакалавр

УДК 630
ББК 43
М 54

Рекомендовано к изданию методической комиссией факультета агротехнологий и лесного хозяйства для студентов очной и заочной формы обучения по направлению подготовки 35.03.10 Ландшафтная архитектура (протокол № 6 от «23» марта 2023 г.)

Составитель: к.с.-х.н., доц. Ханова Э.Р., асс. Одинцов Г.Е.

Рецензент: к.с.-х.н. доцент, зав. кафедрой землеустройства Галеев Э.И.

Ответственный за выпуск: и.о. заведующего кафедрой лесоводства и ландшафтного дизайна доцент Габитова А.А.

ВВЕДЕНИЕ

Настоящее методическое указание направлено на формирование у обучающихся навыков применения современных геоинформационных систем для разработки проектной документации и проведения научных исследований в области ландшафтной архитектуры.

В настоящее время программных продуктов, реализующих функции географических информационных систем, большое количество. Среди них выделяются QGIS и SAGA GIS, которые распространяются под свободной лицензией, имеют широкие функциональные возможности и сопровождаются детальной и регулярно обновляемой документацией.

Тема 1. СОЗДАНИЕ ГИС-ПРОЕКТА

1.1. Цель занятия - познакомиться с программой QGIS и базой векторных данных OpenStreetMap (OSM) на территорию г. Уфы и собрать рабочий проект для дальнейшей работы

1.2. Материалы и оборудование. Персональный компьютер, QGIS.

1.3. Программа работы.

1. На рабочем компьютере создайте отдельную папку для хранения всех полученных данных и результатов лабораторных работ.

2. В интернете перейдите по ссылке: <http://data.nextgis.com/osmshp/> для скачивания векторных данных OpenStreetMap (в формате shape-файлов).

3. Выберите для скачивания набор данных на территорию Иркутской области и нажмите ссылку «Скачать» напротив названия субъекта РФ. Появится окно с предложением купить актуальные на день скачивания данные. В самом низу этого окна найдите и нажмите ссылку на бесплатное скачивание: «Скачайте бесплатно данные OSM от такого-то числа».

4. После этого вам будет предложено пройти регистрацию на сервисе. Регистрация бесплатная. Для регистрации необходимо ввести E-mail (это будет логин при входе) и придумать пароль (не забудьте записать логин и пароль, они могут Вам пригодиться в дальнейшем), после чего нажать «Создать аккаунт». Файл сразу начнет загружаться.

5. После окончания загрузки нажмите на клавиатуре одновременно две клавиши «Ctrl» и «J», откроется менеджер загрузок. Выберите «Показать в папке», чтобы открыть папку с файлом (обычно это папка «Загрузки» или «Downloads») и переместите скачанные данные в рабочую папку, созданную ранее (см. п. 1).

6. Распакуйте скачанный архив, данные распакованы и готовы для последующего использования.

7. Запустите программу QGIS Desktop 2.18... либо через ярлык на рабочем столе, либо через меню «Пуск».

8. В открывшемся рабочем окне программы найдите в верхнем левом углу кнопку «Проекты» – «Создать» – создайте новый проект.

9. Для сохранения рабочего проекта: кнопка «Проекты» – «Сохранить как» – сохраните проект в рабочей папке, которую создали ранее (название проекта, например, Irkutsk или Irkobl). Периодически во время работы нажимайте кнопку «Сохранить» в форме дискеты, потому что QGIS иногда может неожиданно закрываться!

10. Теперь необходимо загрузить в проект данные OpenStreetMap (OSM), т. е. слои. Эти данные представлены в виде векторной модели, поэтому воспользуемся кнопкой «Добавить векторный слой» на панели инструментов слева.

11. В появившемся диалоговом окне (рис. 1) в строке «Кодировка» по умолчанию стоит «System», вам необходимо поменять на «UTF-8» (это делается для того, чтобы в атрибутивных таблицах данных, которые вы загрузите, можно было прочитать записи на кириллице, т. е. русском).

12. Затем необходимо указать источник, где лежат данные. Нажимаете кнопку «Обзор» и указываете путь, где у вас хранится папка с данными OpenStreetMap на Иркутскую область, захо-

дите в эту папку, затем в папку data и левой кнопкой мыши выбираете все данные в share-формате (расширение .shp) – это распространенный формат хранения векторных данных. В окне слева «Панель слоев» должен появиться перечень загруженных слоев (список представлен ниже), и в рабочем окне их графическое отображение.

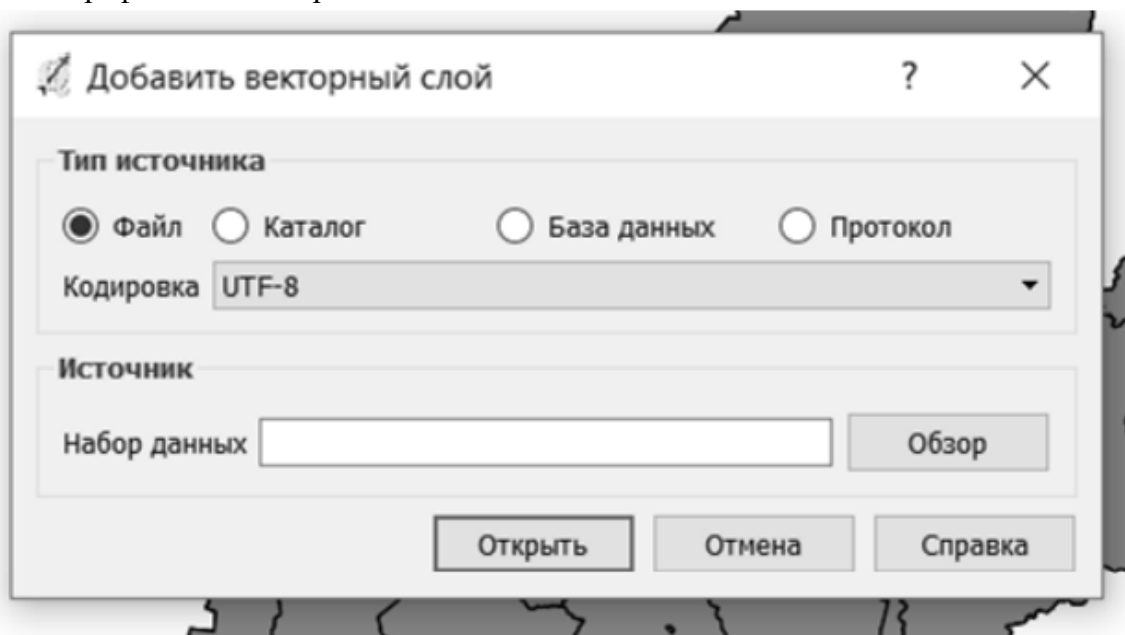


Рис. 1 Диалоговое окно в QGIS «Добавить векторный слой»

Так как мы работаем с пространственно-привязанными данными в ГИС, то данные у нас имеют географическую привязку (т. е. координаты), данные OSM представлены в географических координатах (широта/долгота, т. е. в градусах). Как вы сможете увидеть, в вашем рабочем окне на компьютере (рис. 2) отображаются загруженные слои с искажением – вытянуты. На нижней панели, под картинкой, есть поле координат, перемещая стрелку мыши, вы можете видеть, как меняются координаты в пространстве от места к месту.

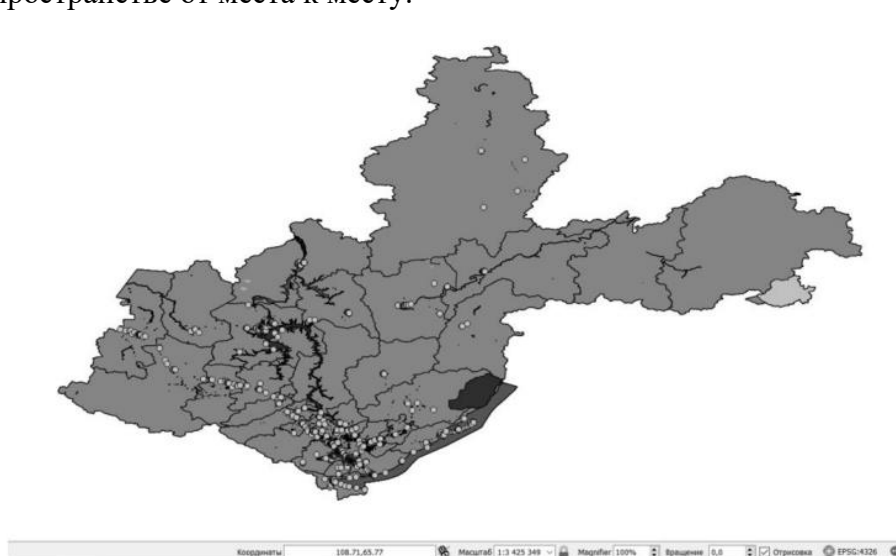


Рис. 2 Загруженные в проект данные OSM

13. Для дальнейшей работы необходимо избавиться от искажения изображения, поэтому зададим картографическую проекцию для проекта. Для настройки проекции заходим: кнопка «Проекты» – Свойства проекта – Система координат. В открывшемся окне (рис. 3) ставим галочку в поле «перепроецирование на лету» [“enable ‘on the fly’ CRS transformation (OTF)”]. В списке проекций ищем WGS 84 (эллипсоид с географической системой координат 1984 года)/UTM 48N (проекция Universal Transverse Mercator – Универсальная поперечная Меркатора, 48 – это номер зоны,

куда попадает Иркутская область, N – обозначает северное полушарие). Выбираем нужную проекцию и нажимаем внизу кнопку «Применить», затем «ОК».

14. В левом окне на Панели слоев все спроецированные данные выстроите в порядке, перечисленном в п. 12 (сверху должны лежать точечные, снизу полигональные), с помощью компьютерной мыши, выделяя и перетаскивая слой на нужное место.

15. Поочередно выделяя каждый слой правой кнопкой мыши, посмотрите атрибутивные таблицы для каждого слоя либо с помощью контекстного меню (нажатием правой кнопкой мыши на слой), где находим строку: открыть таблицу атрибутов, либо через кнопку «открыть таблицу атрибутов» в верхней панели инструментов. В открывшейся таблице можно увидеть, какие данные связаны с каждым слоем, какая информация есть об объектах. Просмотрите все, чтобы иметь представление, какими данными располагаете.

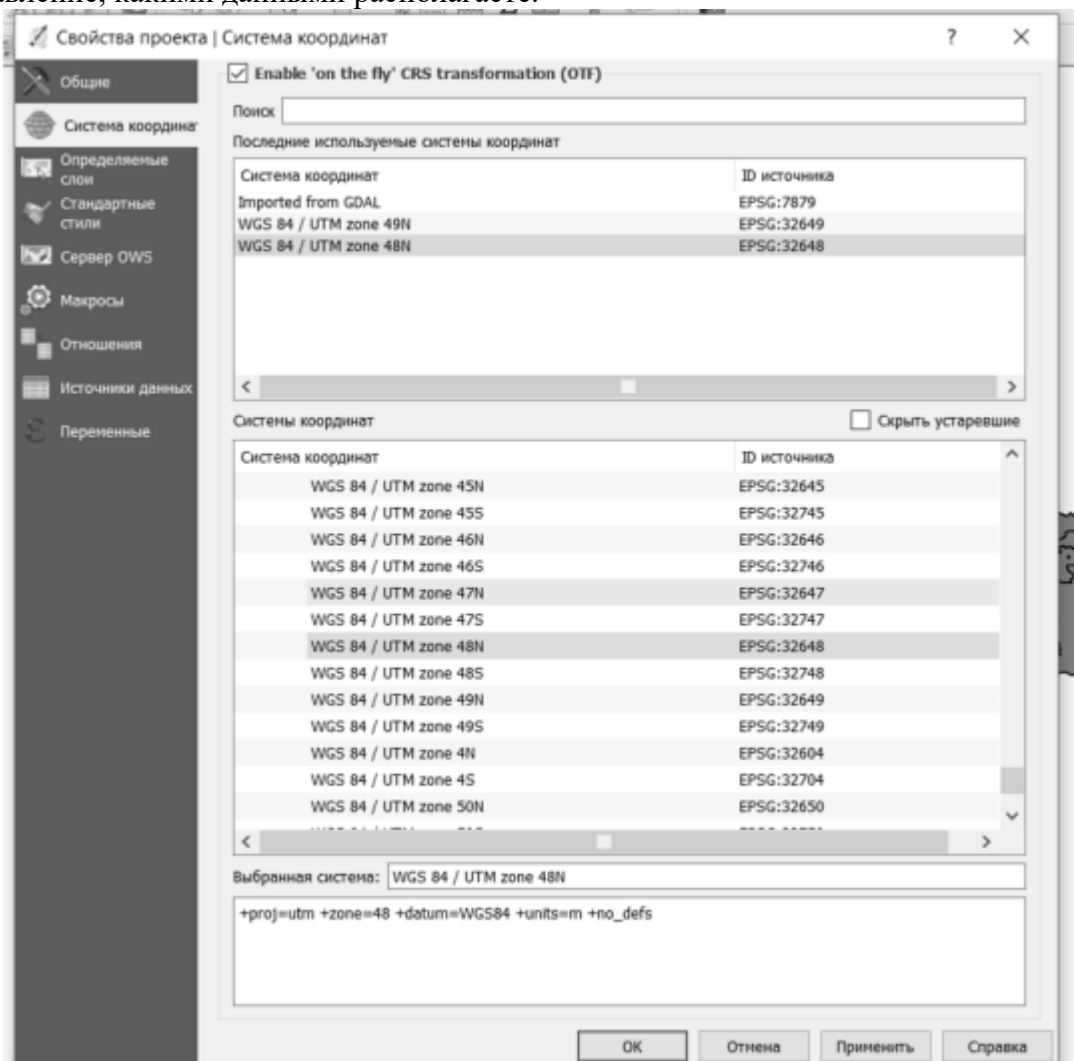


Рис. 3. Диалоговое окно «Свойства проекта» QGIS. Установка системы координат

1.4 Контрольные вопросы

1. Опишите процедуру создания рабочего проекта, включая импорт векторных данных.
2. Опишите процесс настройки картографической проекции, какова ее цель?
3. Какие типы векторных данных представлены в наборе слоев OpenStreetMap?
4. Опишите, какие пространственные объекты и какая информация о них содержатся в данных OpenStreetMap.

Тема 2. ПРИВЯЗКА РАСТРОВЫХ ДАННЫХ

2.1 Цель занятия - научиться привязывать растровые изображения средствами программы QGIS.

2.2 Материалы и оборудование. Персональный компьютер, QGIS.

2.3 Программа работы.

1. Получить фрагмент космического изображения на г. Уфа и генеральный план г. Уфа
2. Скачать топографическую карту на территорию г. Уфа в масштабе 1:100 000.
3. Осуществить привязку выше перечисленных растровых изображений.

Порядок выполнения лабораторной работы

1. Продолжим работу в проекте по созданию дежурной карты г. Уфа, собранном ранее. Осуществим географическую привязку растрового изображения к имеющимся у нас в проекте слоям, т. е. зададим географические координаты в соответствующей проекции для растра.

Смысл пространственной привязки растровых данных в ГИС заключается в том, что мы указываем связь между условными прямоугольными координатами растра (положение пикселя в строке и столбце) и прямоугольными координатами проекции (обычно в метрах), т. е. необходимо задать местоположение пикселей изображения в системе координат географического пространства. Процесс привязки заключается в создании нескольких опорных точек, для которых известны их реальные координаты.

2. В первой части данной работы Вам необходимо привязать два изображения – космический снимок на г. Иркутск и генеральный план города, которые не имеют точной координатной привязки. Привязку растра осуществить можно с помощью специального модуля, встроенного в QGIS: в верхней панели задач «Растр» – «Привязка растров» – «Привязка растров».

3. Если данный модуль в меню «Растр» отсутствует, добавьте его. Меню «Модули» – «Управление модулями». Для упрощения навигации среди большого количества модулей используйте фильтр «Установленные». Найдите в списке установленных модулей модуль Привязка растров (GDAL) (рис. 4). Включите его, поставив крестик слева от названия модуля. Закрыть.

4. Запустите модуль через меню в верхней панели задач: Растр – Привязка растров.

5. Для того чтобы начать привязку непривязанного растрового изображения, сначала нужно загрузить его, используя кнопку «Открыть растр». Само растровое изображение появится в основном рабочем окне диалогового окна модуля.

6. В окне «Выбор системы координат» укажите систему координат, в которой будет осуществляться привязка растра – WGS 84 / UTM zone 48N.

7. Ввод контрольных точек:

1) Используя кнопку «Добавить точку», следует добавить точки в основном рабочем окне и ввести их координаты. Данную операцию можно проделать разными способами:

- Щелкнуть мышью по точке на растровом изображении и ввести координаты X и Y вручную, если они известны, иногда координаты указываются на самом изображении, например, топокартах.

- Или добавить точки из проекта с уже известными координатами.

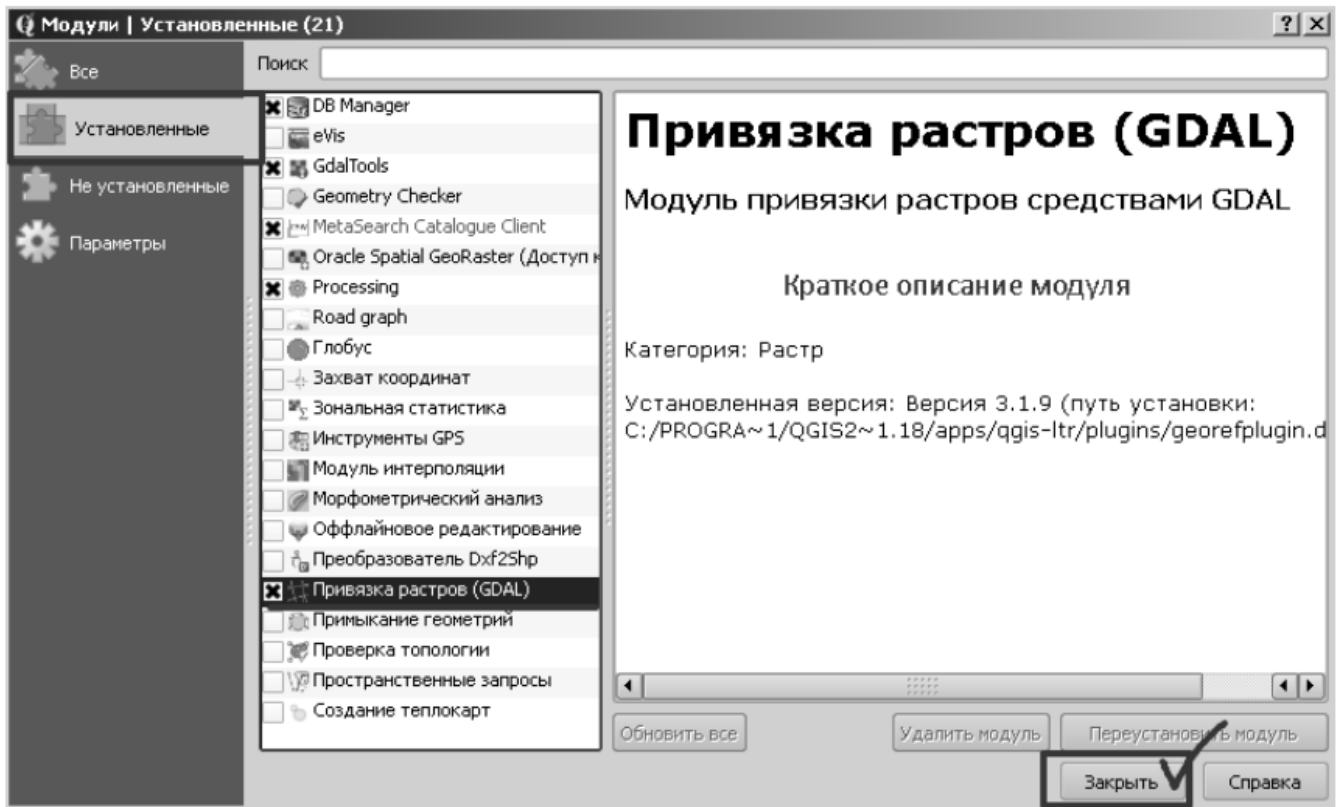


Рис. 4 Установка модуля «Привязка растров (GDAL)» в QGIS

Для привязки космоснимка и генплана будем использовать второй вариант – точки будем брать с карт, которые есть в проекте и имеют географическую привязку. Обычно для привязки используются линейные объекты (реки, дороги) – удобнее использовать перекрестки, углы улиц, пересечения линейных объектов, места слияния рек и т. п., так как данные объекты проще всего найти на снимке. В данном случае ориентируйтесь на дороги.

2) После нажатия кнопки вам нужно на космоснимке указать точку, для которой будут указываться координаты (какой-нибудь знакомый Вам объект, перекресток), после нажатия на точку появится окно для ввода координат (рис. 5):

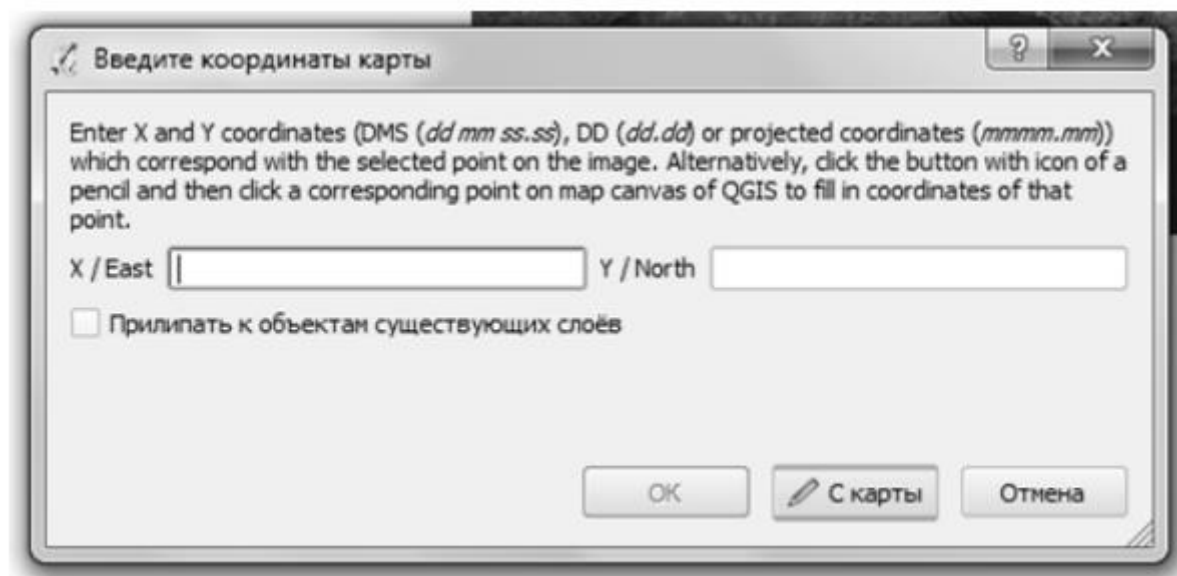


Рис. 5 Окно для ввода координат в QGIS

3) Нажимаете кнопку «С карты» и в открывшемся окне проекта, где отображаются векторные слои города Иркутска, ищете то место, которое указали на снимке, и ставите там точку (чем точнее обозначите место, тем точнее будет привязка). После этой операции у вас добавятся координаты указанной точки, нажмите ОК.

4) Используя кнопку «Переместить точку», можно перемещать созданные точки, если они расположены не там, где нужно.

5) Для удаления точек используйте инструмент «Удалить точку». Второй способ удаления: щелкните по нужной строчке в таблице «Контрольные точки» правой кнопкой мыши «Удалить».

Продолжить ввод точек. Необходимо, как минимум, 6 точек, и чем больше координат будет введено, тем точнее будет результат. В диалоговом окне модуля есть дополнительные инструменты для увеличения/уменьшения или прокрутки рабочего окна для того, чтобы определить соответствующий набор контрольных точек.

Точки, добавленные на карту, сохраняются в отдельный текстовый файл, обычно в одном каталоге с растровым изображением. Это дает возможность повторно загрузить модуль привязки растров позже и добавить новые точки или удалить существующие для получения лучшего результата. Файл с точками содержит значения в формате: `mapX, mapY, pixelX, pixelY`. Можно использовать кнопки «Загрузить контрольные точки» и «Сохранить контрольные точки» для изменения этих файлов.

8. После того как контрольные (опорные) точки добавлены на растровое изображение, необходимо определить параметры преобразования (трансформации) изображения для привязки.

В зависимости от того, как много контрольных точек отмечено, можно использовать различные алгоритмы преобразования. Выбор необходимого алгоритма также зависит от типа и качества входных данных, а также величины геометрического искажения, вносимого в конечный результирующий файл. В QGIS доступно несколько методов трансформации растров, в том числе:

- Линейная – используется для создания файла привязки (так называемого world-файла). Исходный растр фактически не преобразовывается, просто создается новый текстовый файл привязки (world-файл). Если вы имеете дело со сканированным картографическим материалом, то обычно этот алгоритм непригоден.

- Гельмерта – совершает простые трансформации с изменением масштаба и вращением, создается новый файл в формате GeoTIF.

- Полиномиальная 1, 2, 3 – полиномиальное преобразование первого, второго или третьего порядка. Требуют соответственно минимум 4, 6, 10 точек. Полиномиальные алгоритмы 1–3 являются одними из наиболее широко используемых для привязки растров. Создается новый файл в формате GeoTIF. Для быстрой привязки рекомендуется использовать Полиномиальное преобразование 1 порядка (аффинное), которое сохраняет коллинеарность и допускает только масштабирование, сдвиг, отражение и поворот. Поэтому прямые линии исходного растра сохраняются в трансформированном растре. Для более точной привязки используйте Полиномиальное преобразование 2 порядка, которое допускает некоторую кривизну.

- Тонкостенный сплайн – кусочно-линейное преобразование, аналогичное модели трансформации резинового листа (rubber sheet), используется в случае очень сильных локальных искажений исходного растра. Этот алгоритм очень полезен, когда необходимо привязать растры с низким качеством изображения. Требуется максимально возможное количество контрольных точек, которое можно ввести с карты.

- Проективная трансформация – линейное вращение и сдвиг растра. Если сравнить исходный и трансформированный растры в обычном просмотрщике изображений, то можно увидеть, что в результате трансформации растр повернулся против часовой стрелки. Дело в том, что этот лист карты находится справа от осевого меридиана зоны. Если лист карты находится слева от осевого меридиана, то растр повернется по часовой стрелке. Причина – схождение меридианов к полюсам. Линии километровой сетки трансформированного растра стали строго горизонтальными и вертикальными – т. е. параллельными координатным осям зоны – осевому меридиану и экватору.

Также необходимо определить метод пересчета (интерполяции) координат. Выбранный тип пересчета будет, скорее всего, зависеть от исходных данных и конкретной цели операции. Если вы не желаете менять совокупную информацию изображения, вам, возможно, подойдет метод «ближайший сосед», тогда как «кубический» пересчет приведет к более сглаженному результату. Всего в QGIS доступно пять различных методов пересчета: ближайший сосед, линейный, кубический, кубический сплайн, ланцоша.

В данной работе мы установим следующие параметры трансформации: Меню «Параметры» – «Параметры трансформации». Тип трансформации – Полиномиальный 2 порядка, метод интерполяции – Ближайший сосед, целевая система координат – WGS-84 / UTM zone 48N (система координат проекта). Целевой растр сохраните под названием, предложенным самой программой по умолчанию или назовите сами. Обычно к названию файла автоматически дописывается «_modified.tif». Вам нужно просто нажать «Сохранить». Поставьте галочку напротив «Открыть результат в QGIS» – «ОК».

9. После того как в проект добавился привязанный растр, необходимо определить ошибку привязки! Для этого в проекте с помощью инструмента «Линейки» в верхней панели задач необходимо измерить расстояние между объектами на космоснимке и теми же самыми объектами на векторном слое, например, расстояние между перекрестками, дорогами, берегом реки и т. п., но для измерения выбирайте объекты на расстоянии от точек привязки (не рядом)! Проведите как минимум 10 замеров и посчитайте среднее, ошибка привязки должна составить не более 10 метров.

Если ошибка больше 10 метров, проверьте точки привязки и скорректируйте их (можно удалить старые, добавить новые, может нужно точнее разместить точки) и попробуйте снова привязать.

10. После привязки космоснимка, привяжите генеральный план г. Иркутска аналогичным образом и проверьте также качество привязки (посчитайте ошибку). Сохраните проект.

11. Следующим этапом работы будет привязка топографической карты на территорию г. Иркутска. Зайдите на сайт <http://loadmap.net/ru> и скачайте топокарту. На сайте выберите: Категория карт – Топокарты Генштаб (весь мир), Масштаб – В 1 см 1 км, километровка. Ориентируясь по надписям на подложке, переместитесь в район города Иркутска. Найдите и выберите лист карты «Карта 100к-п48-137», щелкнув по нему левой кнопкой мыши. Лист подсветится красной рамкой, а в окне справа появятся уменьшенное изображение карты, образец детализации, информация о годе создания карты, а также ссылка на скачивание. Перейдите по этой ссылке, скачайте карту и сохраните в рабочей папке.

Для использования топокарт в ГИС необходимо инвертировать оси, то есть рассматривать топографический y – как декартов X , а топографический x – как декартов Y . Все универсальные ГИС используют инвертированную систему топографических прямоугольных координат.

Для удобства работы с прямоугольными координатами на топографическую карту наносят сетку квадратов (километровая сетка), образованных прямыми линиями, параллельными осям плоских прямоугольных координат (осевому меридиану зоны – ось X и экватору – ось Y) и проведенными через определенное число километров. Прямоугольные координаты линий, ближайших к углам рамки подписывают полностью, остальные – сокращенно, последними двумя цифрами (рис. б).

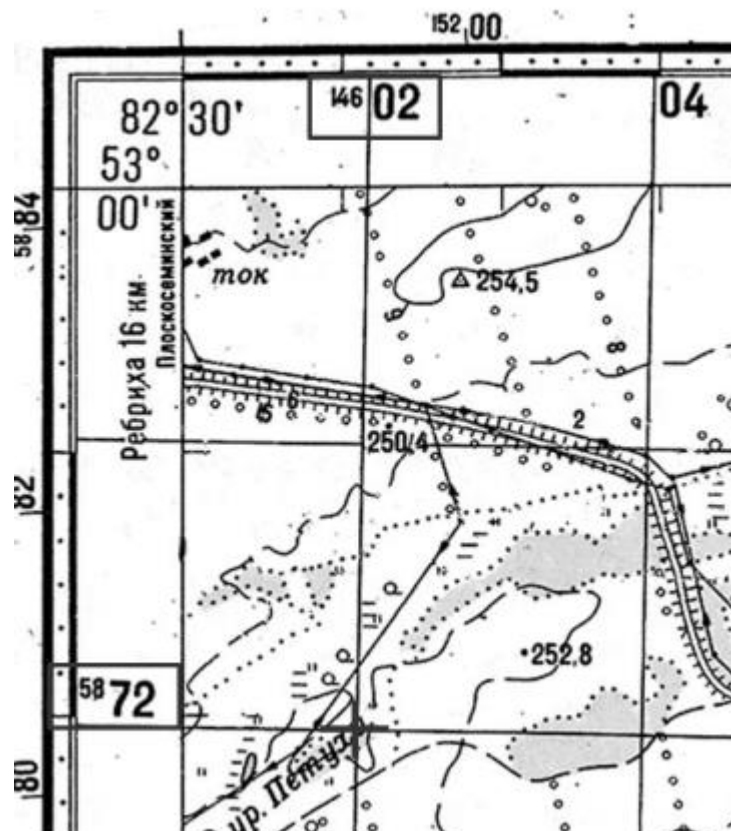


Рис. 6 Фрагмент топокарты с координатами:

$58^{\circ}72'$ ($5\ 872$ км) – топографическая координата X, расстояние от линии экватора;
 $146^{\circ}02'$ (602 км) – топографическая координата Y, расстояние от линии осевого меридиана, вынесенного на 500 км влево, где цифра 14 означает номер шестиградусной зоны

Напоминаем, что для привязки в ГИС мы будем инвертировать координаты.

12. Запустите QGIS и создайте новый проект через меню «Проекты» – «Создать» или нажать иконку «Создать» на Панели инструментов проекта. Сохраните файл проекта в рабочую папку «Проекты» – «Сохранить». Укажите название файла проекта «Оцифровка топокарты».

13. Установите систему координат для проекта: меню «Проекты» – «Свойства проекта». Выберите вкладку «Система координат». Установите галочку напротив «Enable 'on the fly' CRS transformation (OTF)». Эта опция включает трансформацию систем координат «на лету». Установите Прямоугольные системы координат «Transverse» – «Pulkovo 1942 / GaussKruger zone 18» – В окне «Поиск» введем ключевые слова «pulkovo 1942 zone 18». Выберите целевую прямоугольную систему координат «Pulkovo 1942 / Gauss-Kruger zone 18». Нажмите «ОК» и сохраните проект. Обратите внимание, что проекция (Projection) называется Gauss Kruger, линейными единицами проекции (Linear Unit) являются метры.

14. Открываем модуль «Привязка растров (GDAL)». Меню «Растр» – «Привязка растров».

15. Откройте топокарту, которая будет привязываться к системе координат: «Файл» – «Открыть растр» или нажмите . В окне «Выбор системы координат» укажите систему координат, в которой будет осуществляться привязка растра «Pulkovo 1942 / Gauss-Kruger zone 18».

16. Укажите параметры трансформации: меню «Параметры» – «Параметры трансформации». Тип трансформации – Полиномиальная 3, метод интерполяции – Ближайший сосед, целевая система координат – Pulkovo 1942 / Gauss-Kruger zone 18, целевой растр сохраните под названием, предложенным самой программой по умолчанию. Открыть результат в QGIS. «ОК».

17. Меняя масштаб изображения с помощью инструментов масштабирования , или вращая колесико мыши и перетаскивая изображение, нажимая и удерживая колесико, выберите левый угол рамки карты (пересечение линий километровой сетки). Активируйте инструмент «Добавить точку» или меню «Правка» – «Добавить точку». Увеличив растр, наведите курсор мыши на узел

пересечения линий километровой сетки и щелкните один раз левой кнопкой (добавится опорная точка). Откроется окно ввода координат карты:

- Случайно или неверно поставленную точку можно отменить с помощью кнопки «Отмена».
- Самая частая ошибка, когда опорную точку ставят на узлы пересечения линий рамки карты с километровой сеткой. Этого делать нельзя. Опорные точки ставят только на узлы пересечения километровой сетки (рис. 7).
- Введите прямоугольные координаты X и Y в метрах, учитывая инвертирование топографических координатных осей в QGIS. Линии километровой сетки на карте проведены через 2 км и подписаны в километрах. Вам будет необходимо переводить их в метры (рис. 8).



Рис. 7 Примеры правильных и ошибочных точек для ввода координат

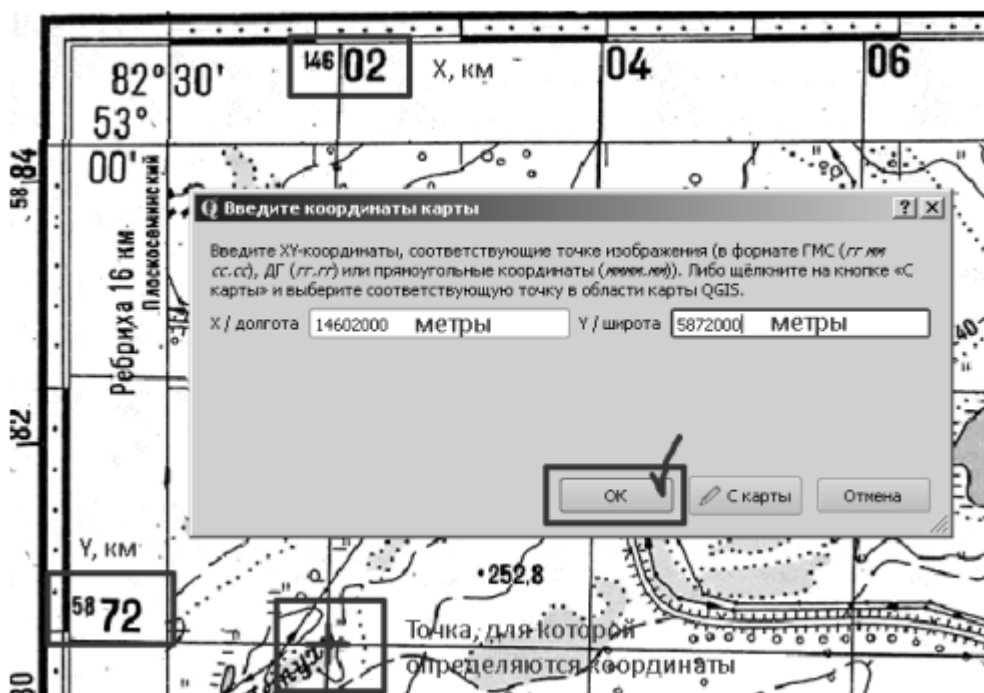


Рис. 8 Пример ввода координат с топографической карты

- Нажмите «ОК». На карте появится точка, а в окне «Контрольные точки» появится запись, связывающая условные декартовы прямоугольные координаты источника (пиксели растра) с прямоугольной системой координат проекции (представлены в экспоненциальной форме).

- Если в ходе привязки после добавления очередной контрольной (опорной) точки карта исказилась и отображается неправильно, то эту точку можно удалить.

- Для облегчения контроля вводимых точек, например, поиска ошибок ввода координат проекции карты, изменим параметры привязки. Меню «Параметры» – «Параметры привязки». В разделе «Отрисовка точек» активировать поля «Включить идентификаторы» и «Показать координаты». В разделе «Единицы измерения невязок» выставите «Единицы карты (по возможности)» – «ОК».

- Продолжим ввод прямоугольных координат, размещая опорные точки в узлах километровой сетки.

- После добавления третьей точки появляются векторы смещения (рис. 9), которые автоматически рассчитываются программой для выбранного типа трансформации. Данный вектор показывает, насколько введенные координаты точки на растре не совпадают с координатами, которые должны быть, согласно математической модели проекции.

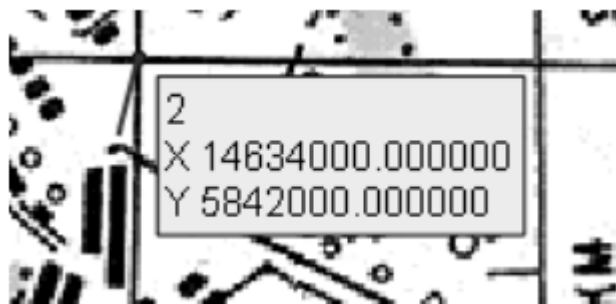


Рис. 9 Векторы смещения координат

- Введите еще как минимум 9 опорных точек с прямоугольными координатами (т. е. всего в таблице «Контрольные точки» в результате должно быть не менее 10 контрольных точек). Точки должны быть размещены как можно более равномерно по листу карты (и в центральной, и в краевой части, без сгущения в одной области).

18. Сохраните контрольные точки связей в файл. Меню «Файл» – «Сохранить контрольные точки как...».

При добавлении опорных точек рано или поздно возникает два вопроса: «Достаточно ли точно привязаны данные»? «Сколько точек достаточно ввести, чтобы обеспечить точность привязки»?

- Если точность привязки специально не оговорена в техническом задании, то, чтобы ответить на первый вопрос, достаточно оценить среднюю ошибку привязки. Данная ошибка рассчитывается в QGIS автоматически (отображается в правом нижнем углу на панели «Контрольные точки») на основе сопоставления прямоугольных координат, введенных вручную и предсказанных исходя из математической модели проекции.

- Количество опорных точек привязки зависит от двух главных факторов: качества скана карты и выбранного метода трансформации.

- Если бумажная карта имеет сгибы, разрывы, коробление в результате намокания, то возникают искажения (реальное местоположение пикселей не совпадает с тем, которое предсказано на основе математической модели). В таком случае необходимо увеличивать количество опорных точек. Наиболее точную привязку растра можно сделать, если ввести координаты всех узлов километровой сетки, что представляет трудоемкую задачу.

- Разные методы трансформации, в свою очередь, требуют различное минимальное количество необходимых контрольных точек. Например, полиномиальное преобразование первого, второго или третьего порядка требуют соответственно минимум 4, 6 или 10 контрольных точек.

19. После того как создано достаточное количество контрольных точек связи, можно привязать (трансформировать) растр, чтобы он соответствовал целевым координатам проекции. В модуле «Привязка растра» нажмите меню «Файл» – «Начать привязку растра».

20. После завершения работы модуля производный трансформированный растр будет добавлен в проект. Сохраните проект и закройте его.

2.4 Контрольные вопросы

1. В чем заключается смысл пространственной привязки растровых данных?
2. Опишите процесс привязки растровых изображений. Какие есть способы создания опорных точек?
3. От чего может зависеть количество опорных точек привязки?

Тема 3. ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ЗОНИРОВАНИЕ ТЕРРИТОРИИ Г. УФА

3.1 Цель занятия - приобрести и закрепить навыки работы по созданию и редактированию векторных слоев, выполнить функциональное зонирование отдельного района в г. Уфа.

3.2 Материалы и оборудование. Персональный компьютер, QGIS.

3.3 Программа работы.

1. Изучить раздел по редактированию и созданию векторных слоев в руководстве пользователя QGIS-2.0-UserGuide-ru.

2. Каждому студенту необходимо выбрать свою небольшую территорию в г. Уфа (около 1 км², например, мкр. Солнечный, Юбилейный и т. д.) для зонирования, участки не должны пересекаться.

3. По данным OSM и привязанным растровым изображениям (космоснимку и генплану) инструментами QGIS выполнить функциональное зонирование выбранной территории. Функциональные зоны:

- жилые: усадебная застройка, малоэтажная (1–4 этажа), среднеэтажная (5–8), многоэтажная (9 и более);
- общественно-деловые;
- производственные;
- инженерной и транспортной инфраструктуры;
- рекреационного назначения;
- специального назначения.

Порядок выполнения лабораторной работы

1. Откройте руководство пользователя QGIS-2.0-UserGuide-ru и прочитайте раздел про редактирование и создание векторных слоев со 101 по 112 стр.

2. Откройте проект на г. Уфа, созданный ранее в работе Создание дежурной карты для г. Уфа...

3. В проекте необходимо самостоятельно создать новый полигональный слой, очерчивающий границы выбранной Вами территории, ориентируйтесь на дороги (как создать слой, вы узнаете из руководства пользователя, прочитав 101–112 стр.). Сохраните его в своей рабочей папке.

4. Теперь необходимо обрезать полигональный слой с застройкой «building-polygon» (здания-полигоны на карте) по границам нового созданного Вами полигонального слоя территории зонирования.

5. В таблице атрибутов слоя с застройкой, обрезанного по границам вашего участка, в режиме редактирования создайте новое текстовое поле «Category» для указания функционального назначения здания: жилое (малоэтажное, среднеэтажное, многоэтажное), усадебная застройка, общественно-деловое, производственное, инженерной и транспортной инфраструктуры, рекреационное, специального назначения и т. д.).

6. Соответствующую информацию для каждого здания найдите в Дубльгисе, генплане и т. д., и внесите в таблицу атрибутов в созданное поле «Category».

7. Задайте оформление (стиль) слоя с застройкой по полю «Category», где прописано назначение зданий, таким образом, чтобы можно было различить категории и выделить функциональные зоны.

8. Разделите на соответствующие функциональные зоны созданный Вами ранее полигональный слой территории для зонирования в режиме редактирования, опираясь на руководство пользователя (то, что вы прочитали ранее на стр. 101–112).

9. В таблице атрибутов слоя с функциональными зонами создайте новое текстовое поле и пропишите для каждой зоны название.

10. Задайте стиль оформления для полигонального слоя с функциональными зонами – классификацию по цвету для функциональных зон.

11. С помощью уже известных Вам инструментов программы подсчитайте площади каждой функциональной зоны. Сохраните проект.

12. Оформите макет карты – схему расположения Вашего участка зонирования на территории г. Иркутска и экспортируйте его в любой графический формат (.jpeg, tiff, png и т. п.), на карте должны быть отражены:

- Заголовок карты «Схема расположения территории зонирования».
- Векторные слои на г. Уфа (результат лабораторной работы № 4, без генплана и космоснимка).
- Жирной пунктирной линией должны быть нанесены границы территории, для которой проводилось функциональное зонирование (вариант оформления границ Вашего полигонального слоя).

- Масштабная линейка.
- Легенда с расшифровкой условных обозначений (сокращенный вариант, оставьте дороги, здания и границы вашего участка).

13. Создайте макет карты функционального зонирования территории и затем экспортируйте его в любой графический формат (jpeg, tiff, png и т. п.), на карте должны быть отражены:

- Заголовок карты «Функциональное зонирование... такого-то района».
- Карта зонирования (полигональный слой функциональных зон с наложением слоя дорог и застройки с функциональным назначением).
- Масштабная линейка и указатель на север.
- Легенда с расшифровкой условных обозначений.

14. В Excel по данным векторного слоя функционального зонирования, используя файл с расширением .dbf, где отражена информация о площади каждой зоны, постройте круговую диаграмму, отражающую доли площади каждой функциональной зоны (в процентах).

15. Проанализируйте полученный результат.

3.4 Контрольные вопросы

1. Опишите процедуру создания нового векторного слоя в QGIS.
2. Что такое порог прилипания и как его настроить?
3. Какие основные функции редактирования векторного слоя доступны в QGIS?

Тема 4. ОЦИФРОВКА РАСТРОВ НА ПРИМЕРЕ ГОРОДСКОГО ПАРКА

4.1 Цель занятия - приобрести навыки по оцифровке растровых изображений, а также закрепить полученные ранее знания и умения по привязке растров, созданию и редактированию векторных данных, их стилистическому оформлению. На основе комплексного набора пространственных данных (OSM, космоснимки, генпланы) составить картосхему, отражающую современное состояние и использование данной территории.

4.2 Материалы и оборудование. Персональный компьютер, QGIS.

4.3 Программа работы.

1. Получить растровые данные: космоснимок-подложку и генплан на исследуемую территорию.
2. Оцифровать границы парка по космоснимку.

3. Создать набор векторных данных разного типа, наполненных соответствующей атрибутивной информацией по основными природным и хозяйственным объектам на территории.

4. Оформить картосхему территории парка.

Порядок выполнения лабораторной работы

1. Открыть рабочий проект на г. Уфа.

2. Осуществить привязку двух растров в проект: фрагмент космического снимка на территорию островов и генплан о. Конный в системе координат проекта – WGS-84 / UTM Zone 48.

3. Создать новый векторный полигональный слой, назвать его «Ilands» (острова). С помощью инструмента «Добавить объект» в режиме редактирования обвести границы о. Юность и о. Конный по космоснимку – это называется оцифровка (т. е. когда объекты, изображенные в растровом формате, отображают в векторном). В результате получится векторный слой островов.

4. Обрезать по границам созданного Вами слоя островов слои автомобильных и железных дорог и ж/д станции, имеющиеся у Вас в проекте на г. Иркутск.

5. Создать новый векторный полигональный слой, назвать «lakes» и оцифровать все водоемы (озера) на островах.

6. Создать новый векторный полигональный слой, назвать «sites» и оцифровать объекты инфраструктуры на островах – здания, площадки и т. п. В слое создайте столбец – поле «Name» текстовое и в это поле вносите информацию об объекте, например, «вокзал», «кафе», «каток» и т. д. Узнать о тех или иных постройках можно по данным ДубльГис или на других ресурсах в сети Интернете.

7. Создать новый векторный точечный слой, назвать «sites_point» и путем создания точечных объектов отметить объекты инфраструктуры, которые оказались слишком мелкие для оцифровки полигонами или их вообще трудно разглядеть на снимке.

8. Создать новый векторный точечный слой, назвать «piers» и по генплану острова отметить причалы, т. е. создать новые точечные объекты.

9. Включить слой генплана острова, проверить, чтобы он находился поверх слоя с космоснимком. Зайдите в свойства слоя и измените прозрачность на 50–60 % или чуть больше, отрегулируйте так, чтобы было видно космоснимок.

10. Создайте новый векторный полигональный слой, назовите «park» и, ориентируясь на генплан и космоснимок, оцифруйте парковые и лесопарковые зоны.

11. Подумайте, какие зоны и объекты можно выделить на данной территории исходя из имеющихся данных и Вашего личного опыта и выделите их.

12. После создания всех необходимых слоев задайте каждому слою стиль, т. е. соответствующее оформление. Слой «Ilands» будет как подложка для остальных слоев (должен быть не сильно ярким), для автодороги и ж/д можно применить стили, сохраненные ранее Вами для лабораторной работы № 4, для причалов и др. объектов подберите соответствующие маркеры и цветовую гамму.

13. Для слоев с объектами инфраструктуры задайте подписи объектов по полю «Name».

14. Выключите все ненужные слои на Иркутск, космоснимки и генпланы, оставьте только созданные Вами векторные слои на острова и оформите макет карты. На макете должны быть отображены: заголовок (план-схема парка *название*, г. Уфа), карта, где отображены все созданные Вами векторные слои, подписи с названиями островов, масштабная линейка, легенда с расшифровкой условных обозначений, рамка.

15. Сделайте экспорт в формат .JPEG или другой графический формат. Сохраните проект.

4.4 Контрольные вопросы

1. Что такое оцифровка растрового изображения?

2. Какой набор инструментов применяли при оцифровке растров?

3. Какие типы объектов представлены в наборе векторных данных, полученных в ходе выполнения лабораторной работы, и в чем их особенности?

Тема 5. ПЕРВИЧНАЯ ОБРАБОТКА ДАННЫХ SRTM В ГИС SAGA

5.1 Цель занятия - познакомиться с программой SAGA и освоить приемы первичной обработки данных дистанционного зондирования Земли на примере данных радарной топографической съемки (SRTM, разрешение 30 м), подготовить цифровую модель рельефа на г. Уфа для дальнейшей обработки.

5.2 Материалы и оборудование. Персональный компьютер, SAGA GIS.

5.3 Программа работы.

1. Получить у преподавателя спроецированные данные SRTM и учебно-методическое пособие по работе в SAGA

2. Скачать и установить программу SAGA (если ее нет).

3. Создать проект с данными SRTM.

4. Инструментами SAGA произвести первичную обработку данных SRTM.

Порядок выполнения лабораторной работы

1. Программа SAGA обычно устанавливается вместе с пакетом QGIS. На случай, если программа отсутствует, скачать ее можно по ссылке: <https://sourceforge.net/projects/saga-gis/files/>. Выберете последнюю (новейшую) версию программы и в соответствии с разрядом Вашей операционной системы выберите пакет для установки, либо пакет программы для работы без установки (можно переносить и работать даже с флешки).

2. В рабочей папке по Иркутску и Иркутской области можете создать отдельную папку для хранения результатов последующих лабораторных работ. Сбросьте у преподавателя данные SRTM и сохраните в своей рабочей папке.

3. Подробное описание данных SRTM и способы их получения прочитайте на портале GIS-Lab по ссылке <http://gis-lab.info/qa/srtm.html>.

4. Откройте программу SAGA и учебно-методическое пособие по работе в SAGA И.В. Толкача «Системы приема и обработки данных дистанционного зондирования».

5. Ознакомьтесь с материалом на стр. 4–12 пособия и изучите структуру рабочих окон в SAGA, панели инструментов, кнопки.

6. Загрузим в проект данные SRTM для работы: File – Open – находим рабочую папку, где хранятся данные – выбираем файл «Mosaic.sgrd» [данные являются растровыми (гридами) и содержат информацию о высотах местности, исходные данные распространяются в географической системе координат WGS-84, для выполнения лабораторной работы данные уже спроецированы в WGS-84/UTM zone 48].

7. Слева в рабочем поле есть окно Manager, на вкладке Data появится новый элемент – откройте его в виде изображения двойным щелчком мыши по имени Mosaic или в контекстном меню (правой кнопкой мыши) (рис. 10) – нажмите «Add to Map» – загруженные данные отобразятся в окне справа.

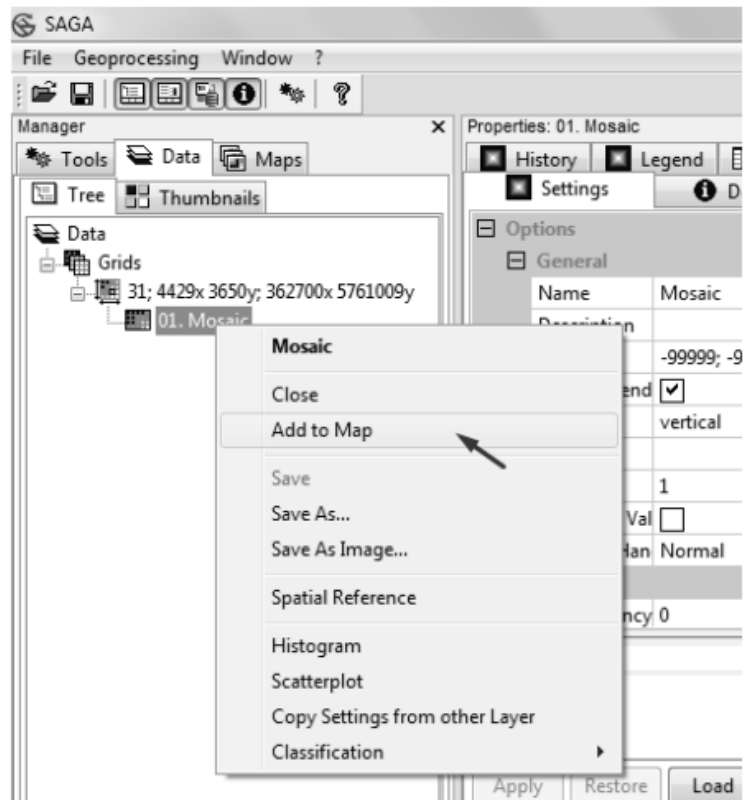


Рис. 10 Визуализация загруженных данных в SAGA

8. На рабочем окне слева должна отобразиться цифровая модель рельефа. Территория, которую покрывают загруженные данные, гораздо больше, чем территория г. Иркутска, поэтому нам нужно обрезать растр по границам города.

9. Сохраним новый рабочий проект SAGA: File – Project – Save project as – указываем необходимую папку и называем проект «DEM».

10. В проекте, собранном для г. Иркутска ранее в QGIS, найдите слой границ г. Иркутска и сохраните его отдельным файлом в проекции WGS-84/UTM zone 48 в рабочей папке. Закройте проект.

11. Теперь откроем в рабочем проекте SAGA векторный слой границ г. Иркутска: File – Open – Папка, где хранится слой границ города в проекции, выбираем нужный файл с расширением .shp – Open.

12. В левом окне на вкладке Data появится добавленный слой. Наведите на него мышью и правой кнопкой откройте меню – Add to Map – в появившемся окошке выберете Mosaic – OK. Векторный слой должен появиться на карте.

13. Обрежем растр по границам г. Уфа. На вкладке Tools зайдем в модуль Grid – Tools – Clip grids. В диалоговом окне в поле «grid system» укажите соответствующую грид-систему (где прописаны разрешение и координаты границ растровых слоев), в поле Grid укажите сам растр Mosaic, в поле Extent выберите polygon, в поле Polygon укажите векторный слой границ г. Уфа – Okay (рис. 11).

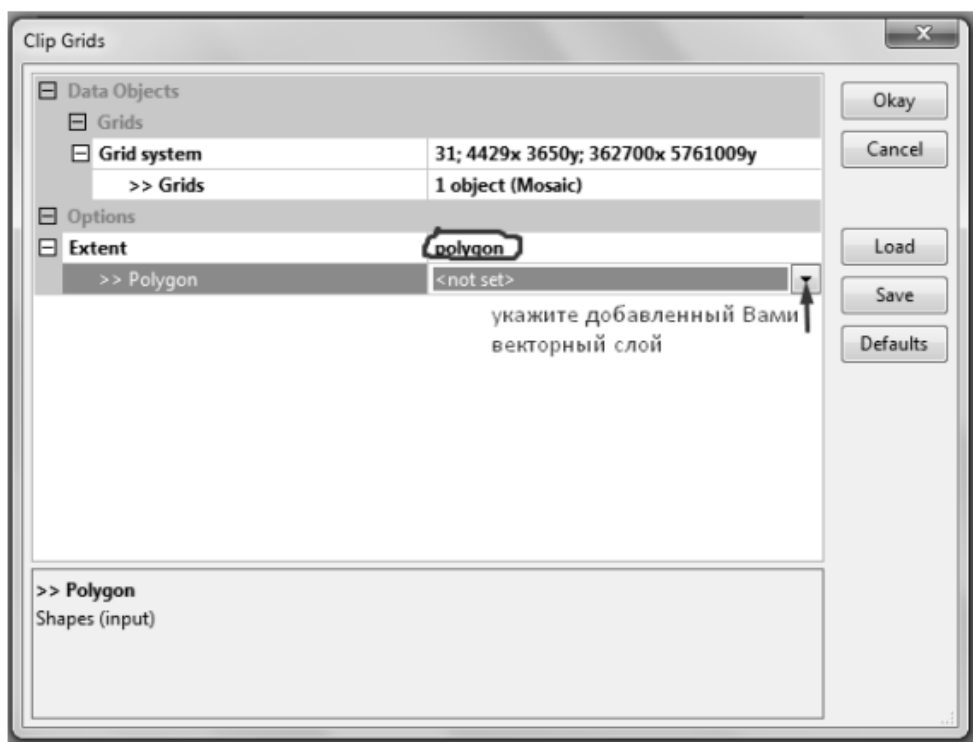


Рис. 11 Обрезка растра в SAGA

14. У вас после обрезки появится новый растровый слой – откройте его в новом окошке и сохраните новый растр через контекстное меню слоя (правой кнопкой мыши) Save As... под именем «srtm_clip» в рабочую папку.

15. На вкладке Tools зайдем в модуль Shapes – Grid – Contour Lines from Grid и построим изолинии высот (горизонталы или изогипсы) на основе цифровой модели рельефа. В диалоговом окне модуля выберем соответствующую грид-систему и новый обрезанный по границам города растр (грид), а также укажем высоту сечения рельефа (поле Equidistance) – 10 м. Рисунок изолиний хорошо передает общие черты рельефа, но он содержит много мелких неровностей. Они являются шумовой компонентой. Прежде чем проводить анализ ЦМР, шум необходимо устранить с помощью фильтрации. Из-за сложности характера распределения шума полностью избавиться от него не удастся, поэтому главная задача фильтрации – максимальная элиминация шумовой компоненты без утраты характерных черт рельефа местности.

16. Воспользуемся простым фильтром Grid – Filter – Simple Filter. Суть работы фильтра состоит в следующем: он получает новые значения ячеек растра в соответствии с некоторым математическим выражением, т. е. пересчитывает значения центральной ячейки на основе значений ее соседей. Результат фильтрации зависит от параметров скользящего окна, представленных в группе Options в диалоговом окне модуля Simple Filter:

- Search Mode – форма матрицы (окно поиска) для пересчета значений центральной ячейки, может быть сферическая (Circle) и квадратная (Square).

- Filter – тип фильтра, который будет применяться для пересчета значений: сглаживание (Smooth) – усреднит разницу между центральной ячейкой и ее окружением, новое значение рассчитывается по формуле $z' = \bar{z}$, где \bar{z} – среднее арифметическое значение в окне анализа; заострение (Sharpen) – имеет противоположный по сравнению с предыдущим эффект, поскольку усиливает различия в значениях ячеек, новое значение рассчитывается по формуле $z' = 2z - \bar{z}$; усиление кромок (Edge) – выделение линий с высокой вариативностью значений (например, линий перегиба рельефа); новое значение рассчитывается по формуле $z' = z - \bar{z}$.

- Radius – размер матрицы, которая будет использована для пересчета значений, определяется количеством ячеек (пикселей), чем больше значение, тем сильнее выражен эффект выбранного фильтра.

Search Mode и Radius совместно контролируют число соседних ячеек раstra, которые будут учитываться при расчете нового значения центральной ячейки.

17. Установим параметры фильтрации в окне модуля, как показано на рис. 12.

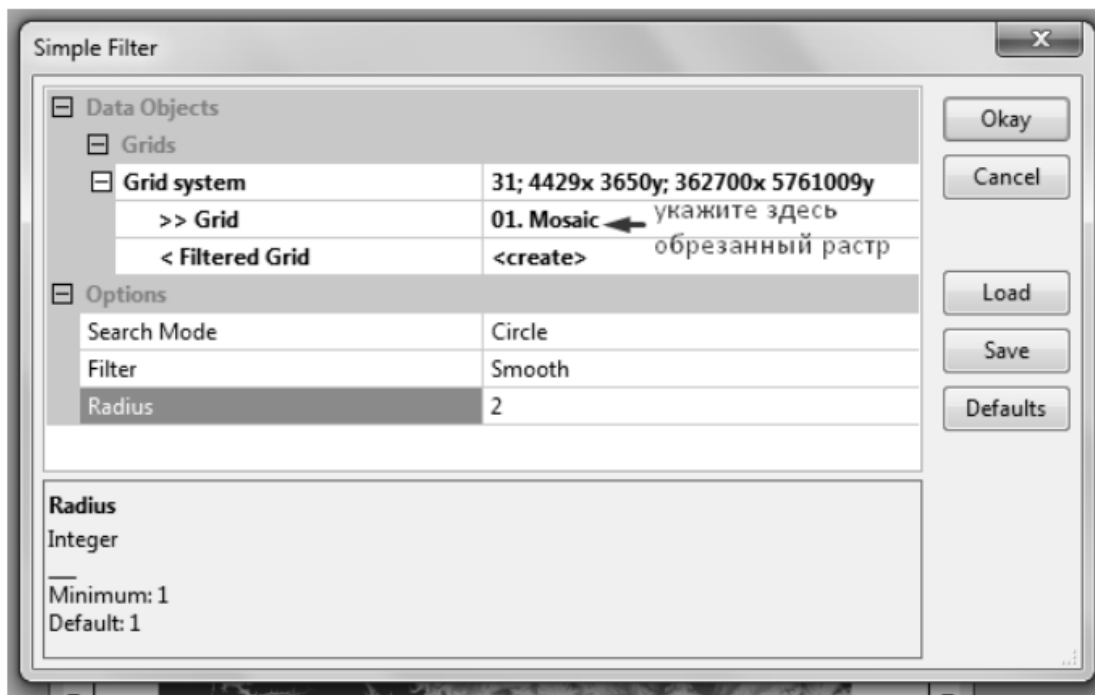


Рис. 12 Установка параметров фильтрации для данных SRTM

18. После завершения работы модуля на вкладке Data появится новый элемент. Через контекстное меню слоя Save As... сохраните его в рабочую папку проекта под именем `srtm_clip_filt.rsgd` и двойным щелчком откройте в окно новой карты.

19. Для оценки полученного результата уже известным способом с помощью модуля Shapes – Grid – Contour Lines from Grid построим изолинии для раstra `srtm_clip_filt.rsgd`. Через меню Save As... сохраним векторный слой изолиний в рабочую папку проекта под именем `srtm_filt_10m.shp` и двойным щелчком откроем в окно карты с профильтрованной ЦМР. Чтобы визуальное сопоставление результатов было более удобным, поместим карты рядом с помощью пункта меню Window – Tile Vertically и синхронизируем их с помощью инструмента панели меню Synchronise Map Extents.

Сравним два варианта изолиний (до фильтрации и после), если искажений стало меньше, то будем считать результат удовлетворительным, если нет, то фильтрацию можно сделать еще раз.

20. На цифровых моделях рельефа могут наблюдаться локальные (бессточные) понижения (впадины), которые иногда могут соответствовать реальным формам рельефа, но чаще образуются в процессе получения и создания данных и не соответствуют реальным объектам. Поэтому для дальнейшей обработки данных ЦМР необходимо также произвести гидрологическую коррекцию по устранению таких локальных впадин. Для этого можно использовать специальные алгоритмы. В SAGA модули гидрологической коррекции объединены библиотекой Terrain Analysis – Preprocessing, которая содержит различные инструменты для заполнения локальных впадин (sinks) для облегчения дальнейшего гидрологического анализа. Воспользуемся модулем Tools – Terrain Analysis – Preprocessing – Fill Sinks (Planchon/Darboux, 2001) (рис. 13). Принцип его действия состоит в следующем: вместо постепенного заполнения локальных понижений вся поверхность сначала «заливается» слоем воды, а после ее излишек удаляется, оставляя после себя заполненные понижения. Гибкость дает алгоритму возможность заполнять впадины как до горизонтальной поверхности, так и с сохранением незначительного уклона (например, $0,01^\circ$). Первый вариант удобен

в том случае, если нужно оценить объем впадины, второй – для оконтуривания дренажной сети. Мы выберем второй вариант.

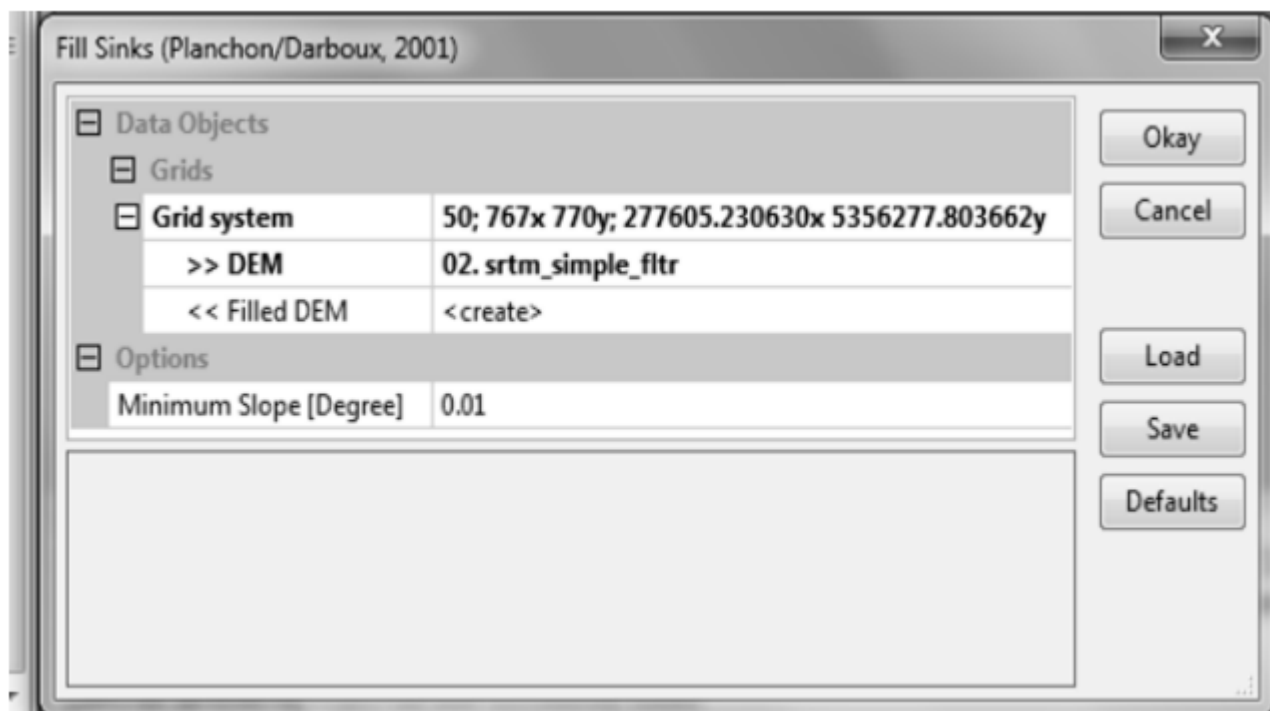


Рис. 13 Настройки для гидрологической коррекции методом Fill Sinks (Planchon/Darboux, 2001)

21. После завершения работы модуля на вкладке Data появится новый элемент `srtm_fltr [no sinks]`, который следует через контекстное меню слоя `Save As...` сохранить в рабочую папку проекта под именем `srtm_nosinks.sgrd`. Двойным щелчком по имени слоя откройте его в новом окне.

22. Для оценки полученного результата уже известным способом с помощью модуля `Shapes – Grid – Contour Lines from Grid` построим изолинии для раstra `srtm_fltr [no sinks]`. Через меню `Save As...` сохраним векторный слой изолиний в рабочую папку проекта под именем `srtm_nosinks_10m.shp`, после чего двойным щелчком откроем в окно карты с гидрологически откорректированной ЦМР.

23. Еще один способ оценить и визуализировать результаты гидрологической коррекции – провести количественную оценку отличий между ЦМР до и после нее. Для этого воспользуемся калькулятором растров `Grid – Calculus – Grid Calculator`. Для начала в его диалоговом окне из выпадающего списка `Grid System` выберем систему координат растров для которых будут проводиться расчеты. После этого в поле `>>Grids` нужно указать те растровые слои, которые войдут в формулу (в нашем случае `srtm_fltr` и `srtm_fltr [no sinks]`).

24. Вернувшись в основное окно модуля, вводим формулу. Чтобы узнать, где именно расположены заполненные впадины, следует просто отнять от `srtm_fltr [no sinks]` (растр `g2`) слой `srtm_fltr` (растр `g1`), т. е. формула будет выглядеть как $g2 - g1$. Для присвоения новому растру удобного содержательного имени (а не формулы, как предлагается по умолчанию), вводим название `filled_sinks` в поле `Name` и убираем галочку в поле `Take Formula` (рис. 14).

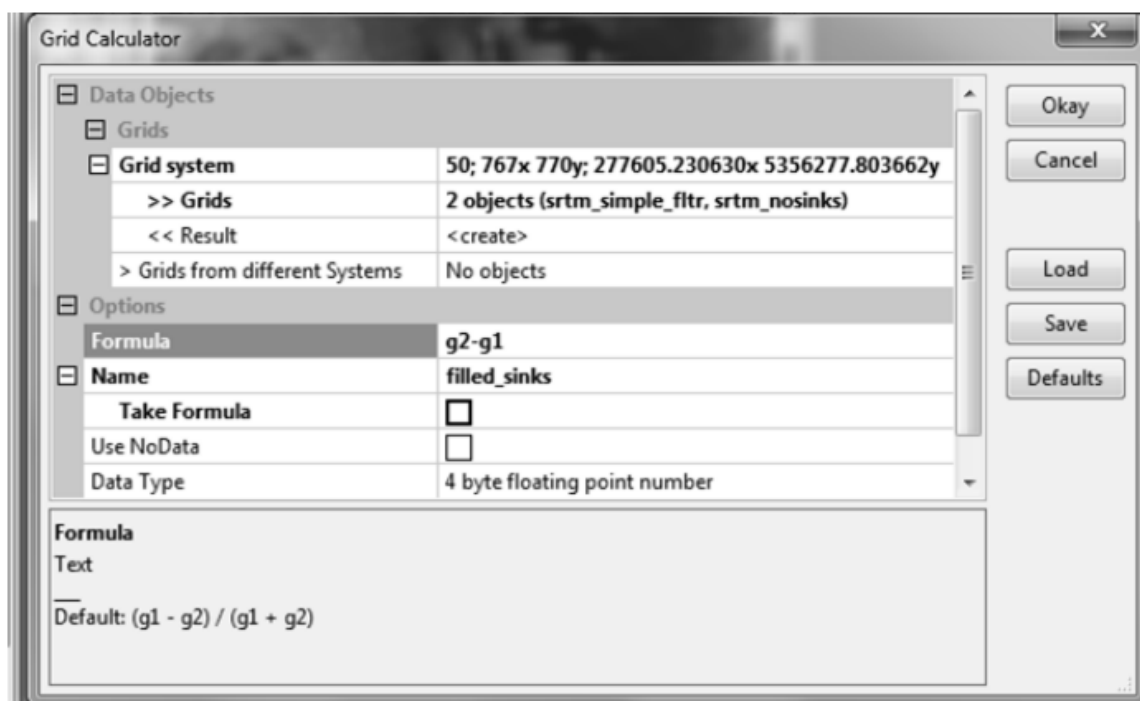


Рис. 14 Использование модуля «Grid Calculator» в SAGA для вычисления разницы между ЦМР до гидрологической коррекции и после

25. После завершения работы модуля на вкладке Data появится новый элемент filled_sinks, который через контекстное меню слоя Save As... следует сохранить в рабочую папку проекта под именем filled_sinks.sgrd. Двойным щелчком по имени слоя откройте его в новую карту. Посмотрите какие участки были откорректированы.

26. Сравним между собой результаты каждого этапа. Перейдем на вкладку Data, для каждого из четырех растров ЦМР на вкладке Settings справа активизируем параметр Show Cell Values, нажмем Apply – в результате при увеличении фрагмента будут отображаться значения в каждом пикселе, и нам будет легче оценить, насколько в процессе обработки изменились данные.

27. Разместим все карты в рабочем окне через меню Window – Tile Vertically и синхронизируем экстенты с помощью инструмента – Synchronise Map Extents. Это позволит сопоставить результаты как визуально, так и количественно с отображением значений пикселей при увеличении отдельных участков.

28. Сохраните проект и все созданные в ходе работы слои в рабочей папке через контекстное меню Save as...

29. С помощью контекстного меню (двойной щелчок правой кнопкой мыши на каждом окне с изображениями) – Save as image... – сохраните все три варианта ЦМР с изолиниями рельефа (исходная, после фильтрации и после гидрологической коррекции) и грид, отражающий изменения в значениях ячеек до и после гидрологической коррекции в любом графическом формате для отчета.

Теперь наши данные готовы к дальнейшему полноценному морфометрическому и гидрологическому анализу.

5.4 Контрольные вопросы

1. Расскажите о SAGA GIS, опишите структуру рабочего пространства проекта.
2. Что из себя представляют данные SRTM?
3. В чем заключается смысл первичной обработки цифровой модели рельефа?

Тема 6. ЦИФРОВАЯ МОДЕЛЬ РЕЛЬЕФА Г. УФА

6.1 Цель занятия - освоить методы и инструменты обработки цифровых моделей рельефа (ЦМР) для анализа и построения гипсометрической карты и трехмерной модели рельефа на территорию г. Уфа.

6.2 Материалы и оборудование. Персональный компьютер, SAGA GIS.

6.3 Программа работы.

1. Задать соответствующую цветовую шкалу для ЦМР.
2. Выполнить светотеневую отмывку рельефа.
3. Построить трехмерную модель рельефа.
4. Построить график распределения высот по количеству пикселей.
5. Оформить гипсометрическую карту на территорию г. Уфа.

Порядок выполнения лабораторной работы

1. Откройте проект, сохраненный ранее в SAGA в ходе выполнения предыдущей лабораторной работы, на вкладке Data выделите грид (растр `srtm_filter_no_sinks`), который получили в результате первичной обработки. Все лишние слои можно удалить из проекта.

2. В окне Properties (свойства слоя) познакомимся с набором вкладок: Settings – это основные настройки для отображения слоя, Description – описание слоя, History – история операций, Legend – легенда, Attributes – атрибуты, т. е. какие данные содержит в себе слой (для растра – значения в ячейках, для вектора – свойства объектов в виде атрибутивных таблиц).

3. Поменяем у грида (ЦМР) цветовую шкалу. Для этого на вкладке Settings находим настройки цвета Colors – scaling – Colors (рис. 15).

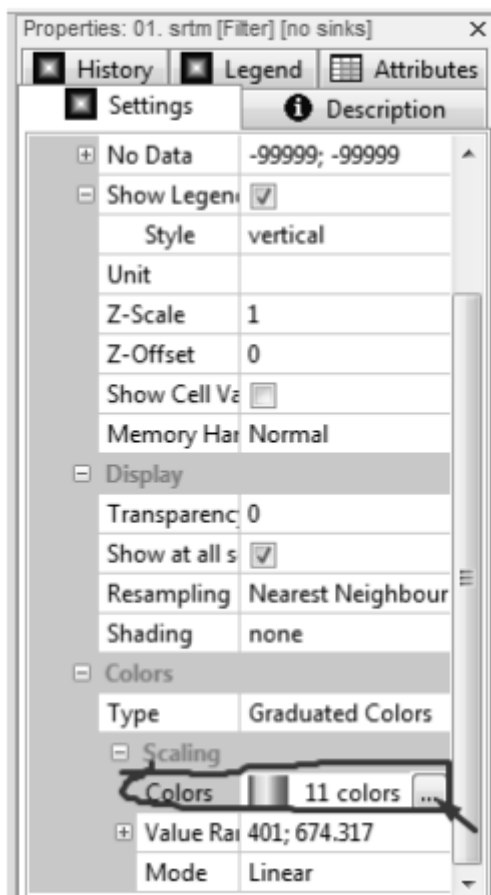


Рис. 15 Настройка цветовой шкалы ЦМР в SAGA

4. Нажимаем на кнопку с троеточием – откроется диалоговое окно Colors. Нажимаем кнопку Presets – откроется еще одно окно Presets Selection, где можно выбрать варианты цветовых шкал – находим topography – ОК – Окай (рис. 16).

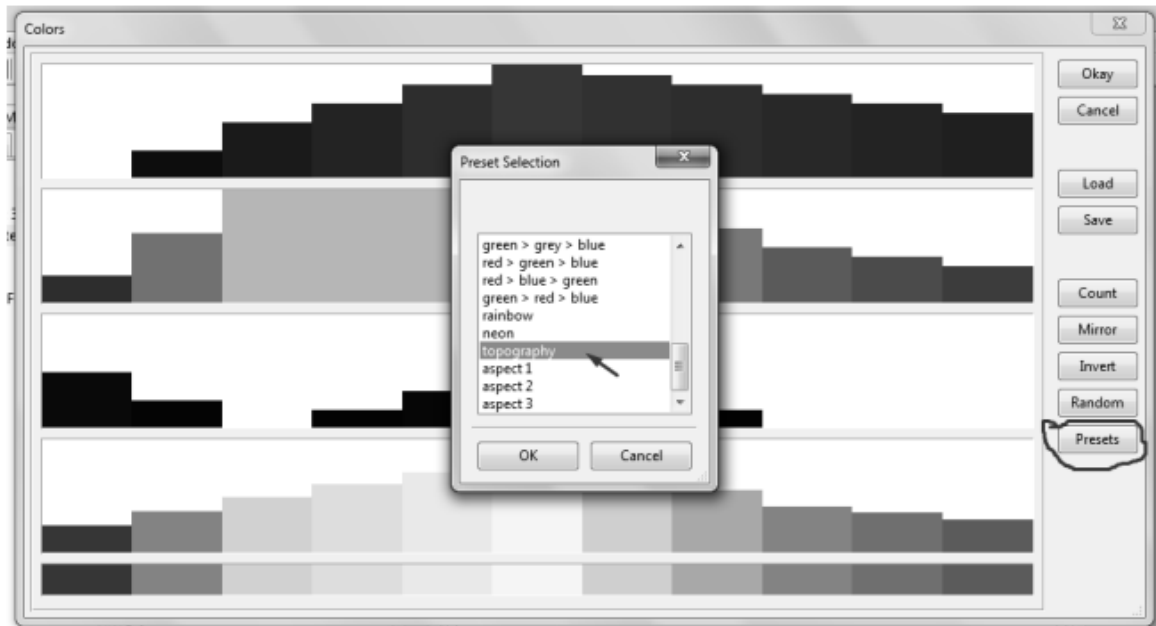


Рис. 16 Выбор цветовой шкалы в SAGA

5. Для улучшения визуализации изображения выполним светотеневую отмывку рельефа. В окне Manager – Tools – Terrain Analyses – Lighting, Visibility – Analytical Hillshading двойным щелчком мыши откроем диалоговое окно инструмента – указываем обработанный грид (после фильтрации и гидрологической коррекции) – все параметры оставляем, какие есть по умолчанию, – Okay.

6. На вкладке Data появится новый слой Analytical Hillshading, добавьте его на карту (двойным щелчком или через контекстное меню «Add to map» поверх слоя srtm_filter_no sinks).

7. На вкладке Maps правой кнопкой мыши через контекстное меню переместим слой теневого рельефа Analytical Hillshading вниз под слой srtm_filter_no sinks командой Move Down (рис. 17).

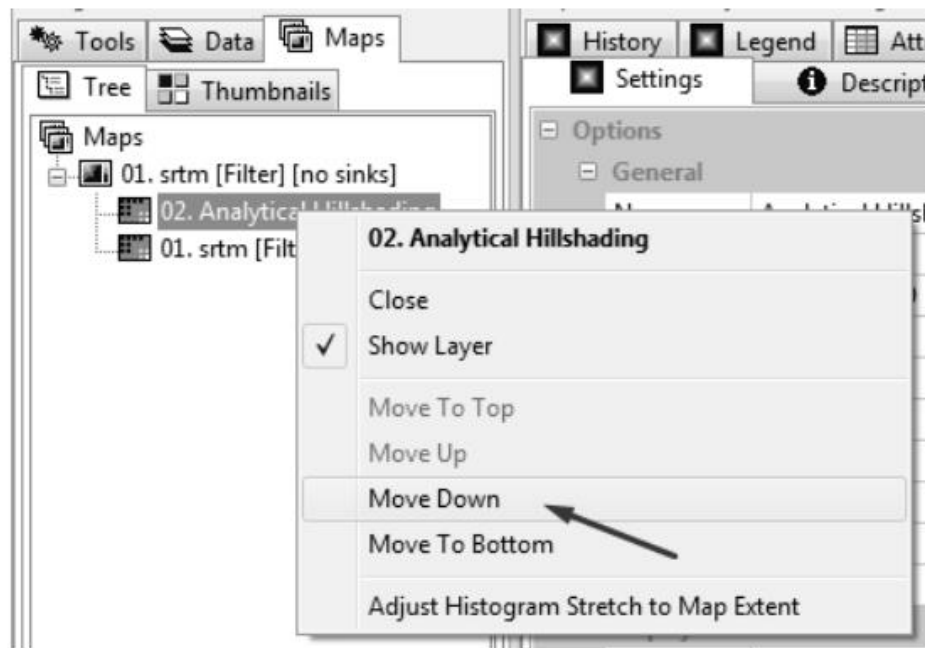


Рис. 17 Перемещение слоев в окне карты в SAGA

8. Вернемся на вкладку Data, в окне Properties на вкладке Settings – Display – Transparency – поставим значение прозрачности 30–40 % – кнопка Enter – Apply. Отображение рельефа станет более объемным.

9. Теперь сгенерируем трехмерную модель рельефа. На верхней панели инструментов нажмем кнопку 3D. В диалоговом окне укажем нужную нам грид-систему, грид, с которым работаем – `srtm_filter_no_sinks`, цвет фона Background Color можно сделать белым (White) или черным (Black), остальные параметры без изменения – Okay (рис. 18).

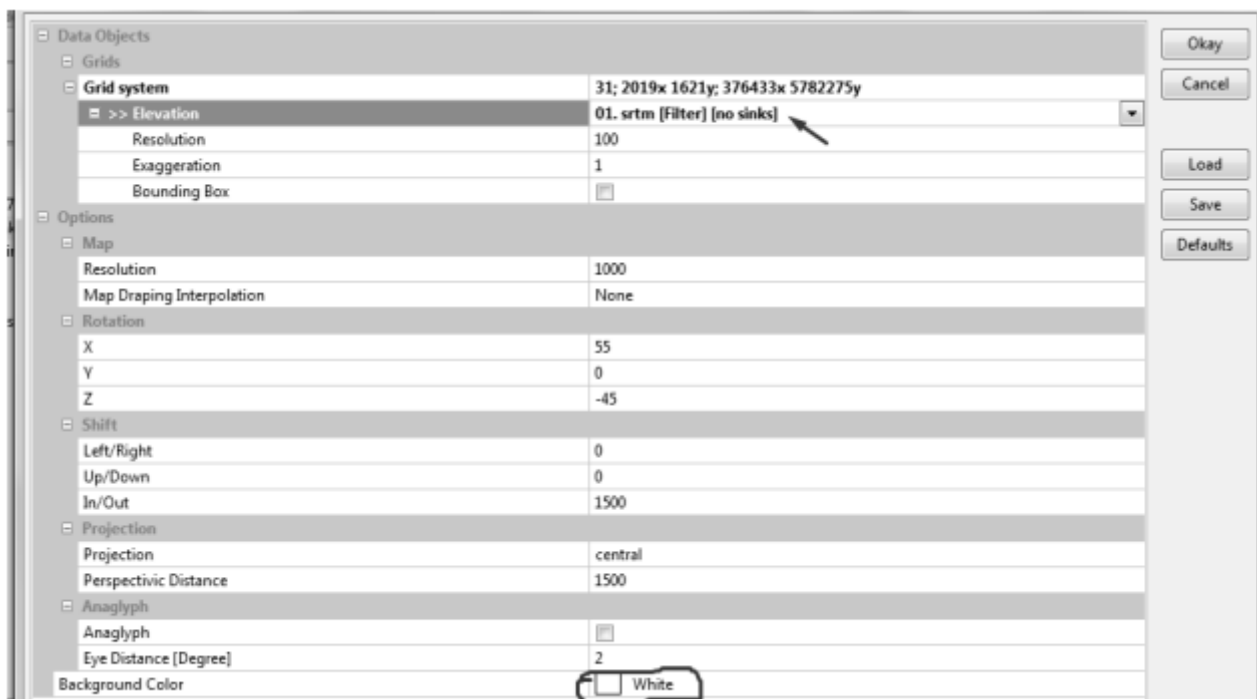


Рис. 18 Настройка параметров для создания трехмерной модели рельефа в SAGA

10. С помощью мыши и кнопок на панели инструментов (рис. 19) модель можно вращать, увеличивать или уменьшать масштаб. С помощью соответствующих инструментов выровняйте изображение по центру, расположите модель так, чтобы рельеф хорошо просматривался. С помощью кнопки Increase Exaggeration увеличьте немного вертикальный масштаб, чтобы возвышенности было лучше видно.

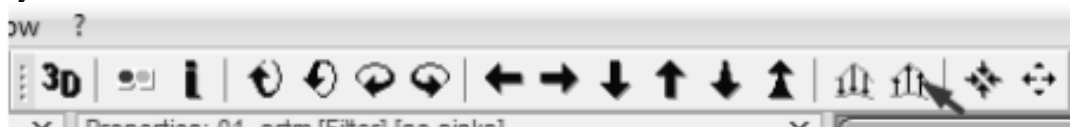


Рис. 19 Панель инструментов для работы с трехмерной моделью в SAGA

11. Сохраним 3D-вид в формате .tiff. В верхней строке меню 3D View – Save as Image – указываете нужную папку для хранения, выбираем любой графический формат и «Сохранить».

12. Для анализа особенностей рельефа построим гистограмму распределения значений высоты в ячейках раstra по количеству пикселей: выделите рабочий грид со значениями высоты – контекстное меню (правой 60 кнопкой мыши) – Histogram. У Вас появится гистограмма в окне справа, а в верхней панели задач высветится меню Histogram. 13. Создайте таблицу с данными о распределении значений в меню Histogram – Convert to table. На вкладке Data появится таблица, сохраните ее через контекстное меню в формате .dbf (рис. 20).

	CLASS	AREA	COUNT	CUMUL	NAME	MIN	CENTER	MAX
1	1	31913849	33209	33209	410.58 < 421.90	410.583374	416.272508	421.961641
2	2	57419750	59750	92959	421.96 < 433.34	421.961641	427.650775	433.339909
3	3	39885344	41504	134463	433.34 < 444.71	433.339909	439.029043	444.718176
4	4	30019718	31238	165701	444.72 < 456.1	444.718176	450.40731	456.096444
5	5	22685366	23606	189307	456.1 < 467.47	456.096444	461.785577	467.474711
6	6	19548662	20342	209649	467.47 < 478.84	467.474711	473.17025	478.82979
7	7	16985675	17675	227324	478.84 < 490.21	478.82979	484.055422	490.231246
8	8	12919684	13444	240768	490.23 < 501.6	490.231246	496.040554	501.609513
9	9	9294792	9672	250440	501.61 < 512.98	501.609513	507.298647	512.987781
10	10	7731245	8045	258485	512.99 < 524.37	512.987781	518.676914	524.366048
11	11	5843841	6081	264566	524.37 < 535.74	524.366048	530.055182	535.744316
12	12	4153442	4322	268888	535.74 < 547.11	535.744316	541.433449	547.122583
13	13	2979100	3100	271988	547.12 < 558.5	547.122583	552.811717	558.50085
14	14	1373269	1429	273417	558.5 < 569.88	558.50085	564.189984	569.879118
15	15	878354	914	274331	569.88 < 581.26	569.879118	575.568252	581.257385

Рис. 20 Таблица гистограммы распределения высот по пикселям в SAGA

14. Саму гистограмму (рисунок) сохраните с помощью меню Histogram – Copy to Clipboard и с помощью инструмента вставки вставьте график либо в Paint для сохранения в любом графическом формате, либо сразу в Word для отчета.

15. Сохраните сам проект и новые созданные вами слои.

16. Откройте в QGIS проект на г. Иркутск, либо новый проект. Загрузите в проект растровые слои с расширением .sdat: srtm_filter_no sinks, Analytical Hillshading и векторный слой изолиний высот, а также полигональный слой водных объектов в границах г. Уфа (если его нет).

17. Произведите настройку стилей (рис. 21) для отображения рельефа по такому же принципу, как и в SAGA. Для растра высот в разделе «Стили» установите: изображение – одноканальное псевдоцветное, выберите соответствующую цветовую шкалу и настройте прозрачность 30–35 % – Применить и ОК. Для слоя теневой отмывки рельефа: Изображение – одноканальное серое, градиент от белого к черному – Ок. Посмотрите, как меняется отображение рельефа в главном окне, если нужно, подкорректируйте прозрачность.

18. Для слоя изолиний и водных объектов выберите соответствующие цвета и настройте подписи объектов вдоль кривых.

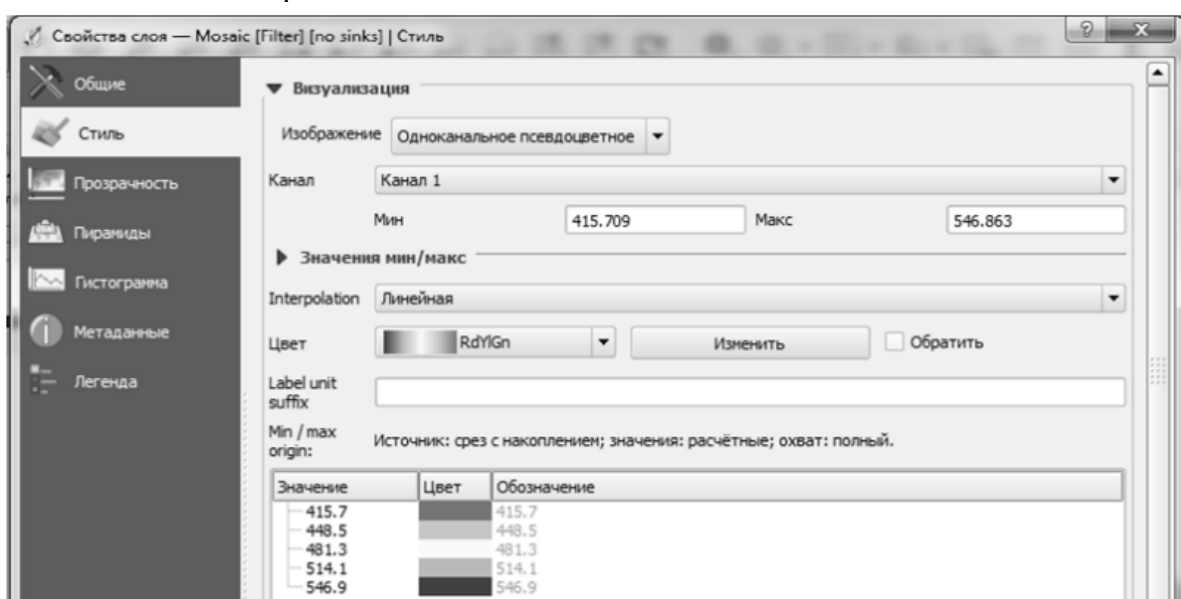


Рис. 21 Настройка стиля для ЦМР в QGIS

19. Оформите макет гипсометрической карты (рис. 22) обязательно с координатной сеткой (либо в географической системе координат, либо в UTM) и сохраните ее в любом графическом формате (обязательно должны быть название карты, масштабная линейка, указатель на север и легенда).



Рис. 22 Пример оформления гипсометрической карты

6.4 Контрольные вопросы

1. Опишите процедуру создания светотеневой отмывки рельефа в SAGA и для чего она нужна.
2. Охарактеризуйте процесс создания трехмерной модели рельефа в SAGA.
3. Какие данные можно извлечь путем построения гистограмм распределения значений растра и связанных с ними таблиц?

Тема 7. АНАЛИЗ РЕЛЬЕФА

7.1 Цель занятия - освоить инструменты морфометрического и гидрологического анализа рельефа в SAGA GIS на примере цифровой модели рельефа г. Уфа, подготовленной по данным SRTM.

7.2 Материалы и оборудование. Персональный компьютер, SAGA GIS.

7.3 Программа работы.

1. По ЦМР выделить водосборные бассейны (*Водосборный бассейн – территория земной поверхности, с которой все поверхностные и грунтовые воды стекают в данный водоем или водоток, включая различные его притоки*) и речную сеть.
2. Рассчитать крутизну склонов и построить соответствующие карты.
3. Рассчитать экспозицию склонов и построить соответствующие карты.

Порядок выполнения лабораторной работы

1. Открываем ранее сохраненный проект и продолжаем работать с обработанными данными `srtm_filter_no_sinks`.

2. Для выделения водосборных бассейнов и речной сети воспользуемся специальным модулем Tools – Terrain Analysis – Channels – Channel Network and Drainage Basins. Указываем рабочую grid system, в поле <Elevation> указываем обработанный нами ранее в работе грид srtm_filter_no sinks и нажимаем кнопку «Okay» (рис. 23).

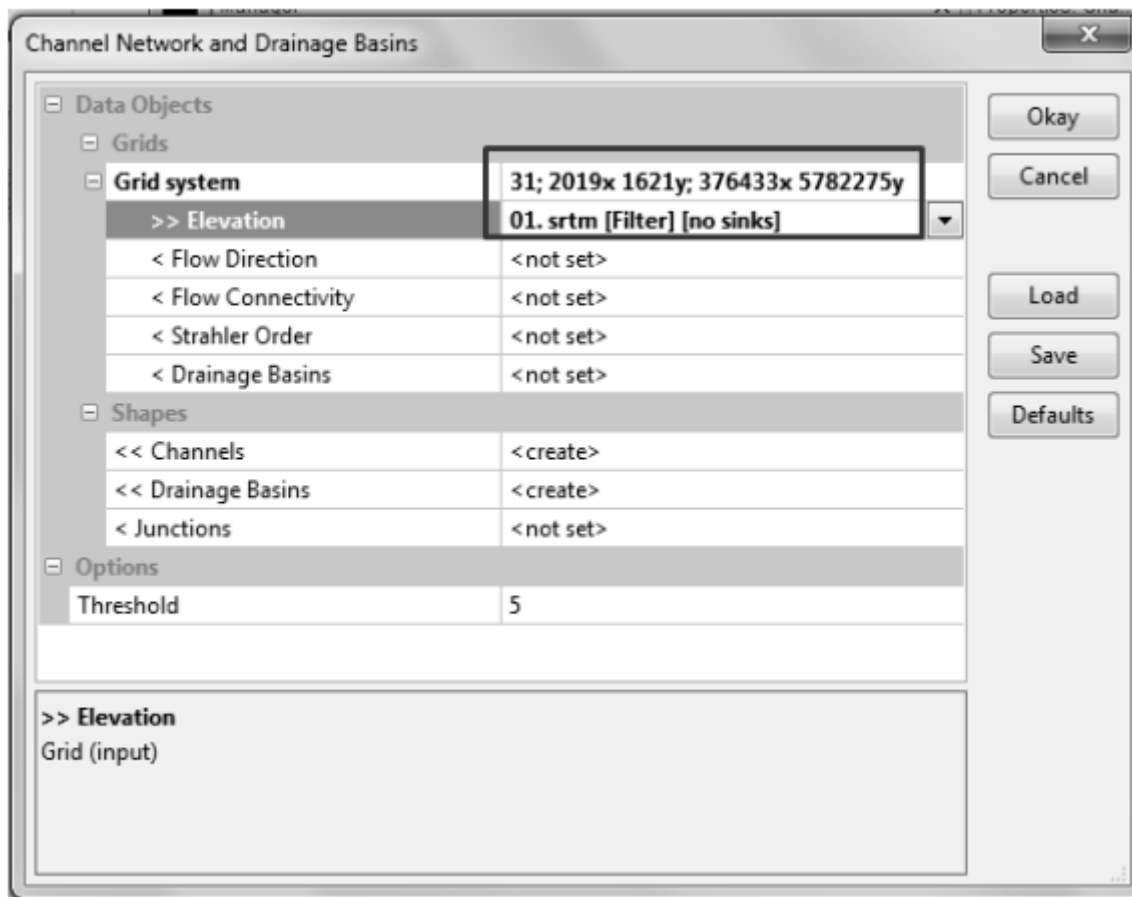


Рис. 23 Настройки модуля Channel Network and Drainage Basins для выделения водосборных бассейнов и речной сети в SAGA

3. На вкладке Data появятся новые слои Channels (реки) и Drainage Basins (водосборные бассейны) в векторном виде, откройте их последовательно в новом окошке правой кнопкой мыши – Add to Map – New сначала слой Drainage Basins, затем на него же наложите слой Channels. Сохраните созданные слои в своей рабочей папке через контекстное меню правой кнопкой по каждому слою Save as...

4. С помощью средств программы QGIS оформите карту водосборных бассейнов на территории г. Уфа в рабочем проекте и сохраните в любом графическом формате: подложка – гипсометрическая карта рельефа (растр), слой водосборных бассейнов (Drainage Basins) – отобразить только границы без заливки, слой рек (Channels) и полигональный слой рек (из OpenStreetMap) в соответствующей цветовой гамме, легенда, указатель на север, масштабная линейка.

5. В SAGA рассчитаем крутизну и экспозицию склонов по данным srtm. Воспользуемся инструментом Tools – Terrain Analysis – Morphometry – Slope, Aspect, Curvature (рис. 24). В диалоговом окне укажите используемый грид, в разделе Method выберете , для Slope Units и Aspect Units укажите единицы измерения градусы (degree!).

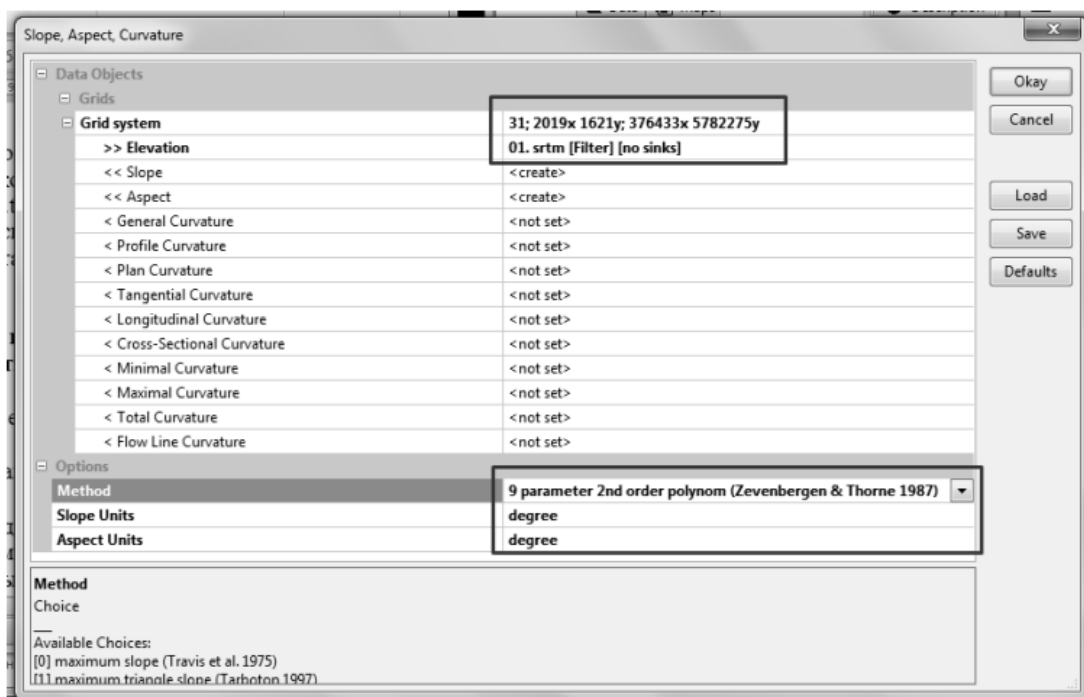


Рис. 24 Настройки модуля Slope, Aspect, Curvature для расчета крутизны и экспозиции склонов в SAGA

6. На вкладке Data появятся новые слои Slope (крутизна склонов) и Aspect (экспозиция), откройте поочередно слои в отдельных окнах, на вкладке Legend посмотрите легенды к слоям, значения крутизны и экспозиции представлены градиентной шкалой непрерывных величин, сохраните созданные слои в своей рабочей папке.

7. Для грида Slope зададим классификации по значениям уклона, т. е. разобьем на 4 категории значения в градусах. Для этого воспользуемся инструментом Tools – Grid – Tools – Reclassify Grid Values. В открывшемся диалоговом окне укажем грид-систему, с которой работаем, в поле Grid указываем слой Slope. В поле Method выбираем , в поле Lookup Table нажимаем трое точки и в появившемся окне вручную прописываем диапазоны значений крутизны: 0–3°, 3–6°, 6–9°, 9–30° – новые строки можно добавить с помощью кнопки Add. Затем Okay (рис. 25).

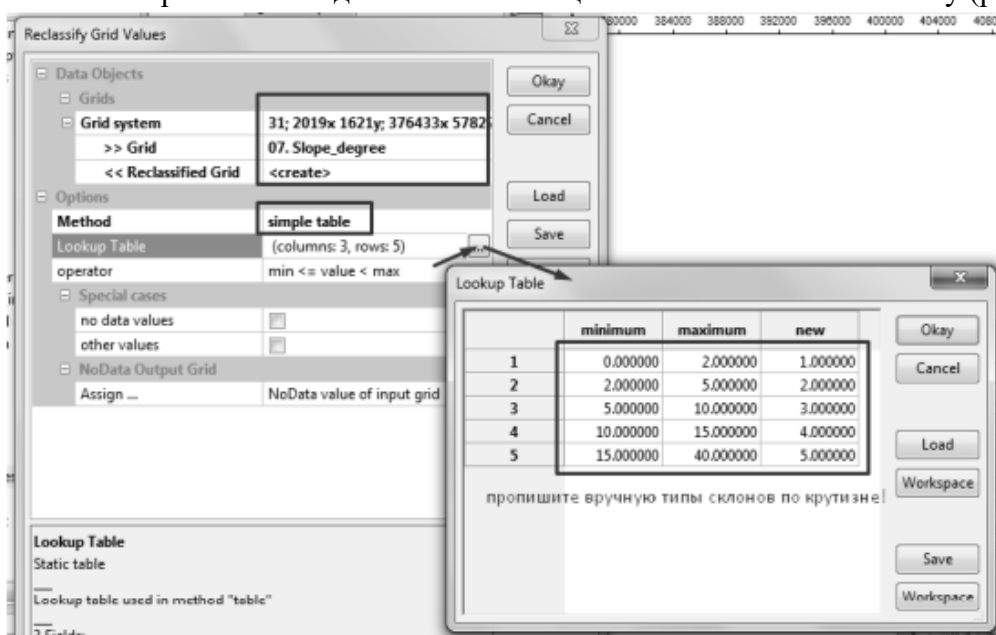


Рис. 25 Реклассификация значений крутизны склонов в SAGA

8. После выполнения операции на вкладке Data появится новый слой Slope_reclassified, откройте его в новом окне и сохраните в рабочей папке.

9. Теперь зададим цветовую шкалу для нового слоя, правой кнопкой мыши откроем контекстное меню – нажмем – в поле Classification type выберем – Okay.

10. На вкладке Settings в поле Table нажмите на трюеточие, в открывшемся окне задайте цвет для каждой категории, подберите наиболее подходящие цветовые сочетания, в полях Name и Description пропишите вручную диапазоны значений крутизны для каждой категории, как показано на рис. 26. Затем нажимаем Okay и Apply. Посмотрите, как получилось, если цветовая гамма не устраивает, подкорректируйте. После завершения сохраните карту как изображение в любом графическом формате в рабочей папке с указателем на север, масштабной линейкой и легендой.

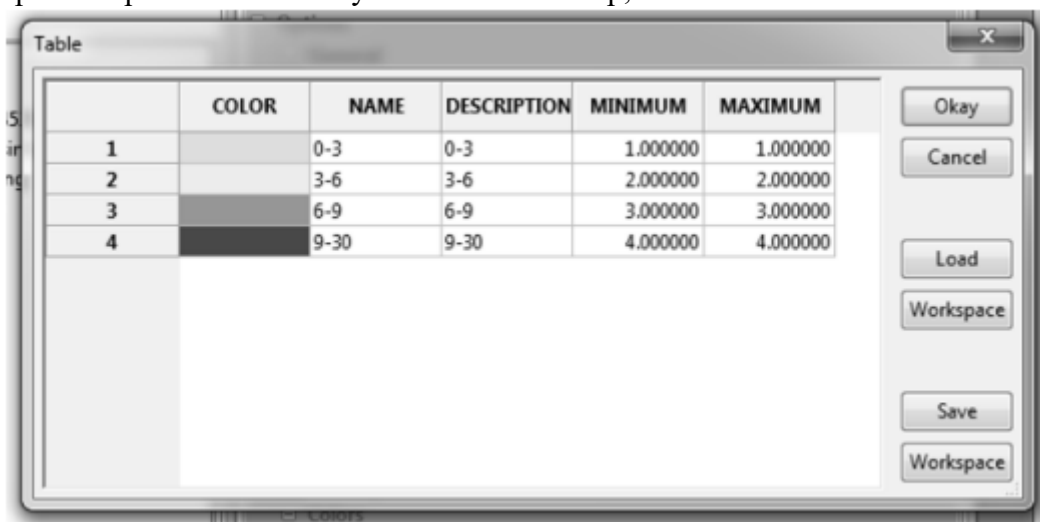


Рис. 26 Настройка цветовой шкалы для карты уклонов в SAGA

11. Сделаем карту крутизны склонов в векторном формате. Предварительно произведем сглаживание классифицированного растра для того, чтобы убрать единичные пиксели или несколько пикселей: Tools – Grid – Filter – Majority Filter (рис. 27).

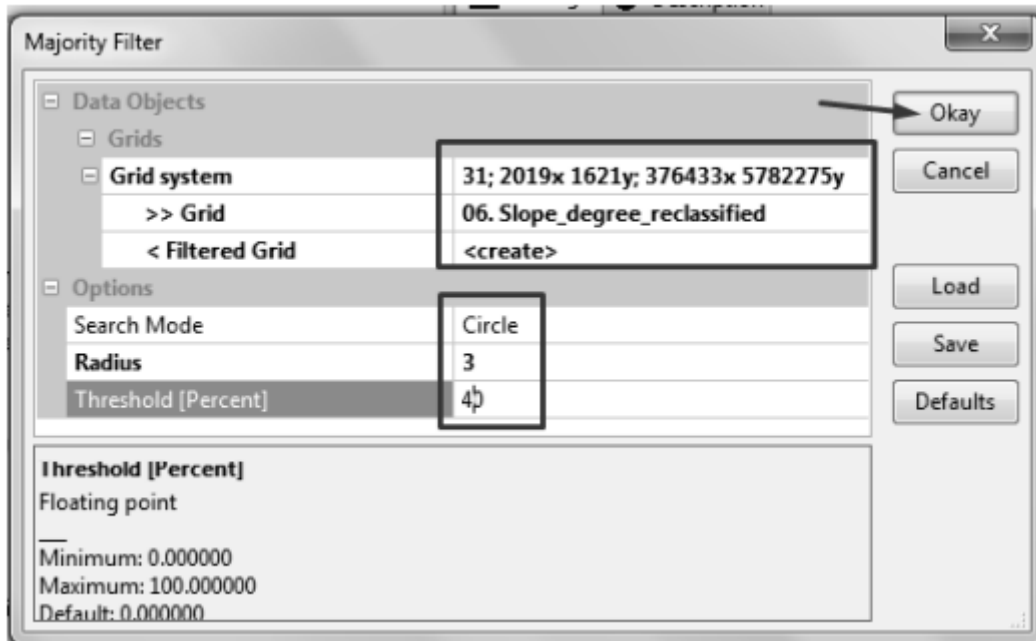


Рис. 27 Настройки для фильтрации ЦМР модулем Majority Filter в SAGA

12. После выполнения операции на вкладке Data появится новый слой Slope_reclassified [Majority Filter], откройте его в новом окне, оцените результат, при необходимости повторите процедуру, сохраните конечный результат в рабочей папке.

13. Произведем векторизацию растра (Slope_reclassified [Majority Filter]) Tools – Shapes – Grid Tools – Vectorising Grid Classes (рис. 28).

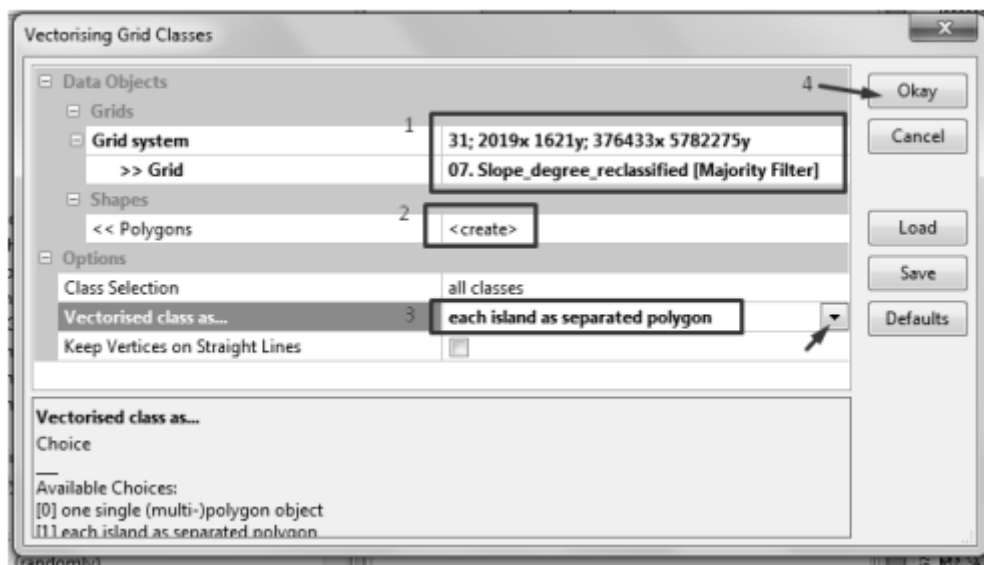


Рис. 28 Векторизация растра модулем Vectorising Grid Classes в SAGA

14. После выполнения операции на вкладке Data в разделе Shapes появится новый полигональный слой Slope_reclassified [Majority Filter], откройте его в новом окне и сохраните в рабочей папке.

15. В рабочем проекте в QGIS для векторного слоя крутизны склонов подсчитайте площади каждого класса и оформите карту (полигональный слой рек, указатель на север, масштабная линейка, легенда), результат сохраните в любом графическом формате. В Excel постройте диаграмму распределения площадей склонов разной крутизны.

16. В SAGA зададим классификацию для экспозиции склонов, разбив значения на 9 дискретных категорий (табл. 1). Для этого воспользуемся также инструментом Tools – Grid – Tools – Reclassify Grid Values. В открывшемся диалоговом окне укажем грид-систему, с которой работаем, в поле Grid указываем слой Aspect. В поле Method выбираем , в поле Lookup Table нажимаем трое точие и в появившемся окне вручную прописываем диапазоны значений, новые строки можно добавить с помощью кнопки Add. Затем Okay (рис. 29).

Таблица 1 Экспозиция склонов

Диапазоны градусов	Номер класса	Направление
0–22,5°	1	Север
22,5–67,5°	2	Северо-восток
67,5–112,5°	3	Восток
112,5–157,5°	4	Юго-восток
157,5–202,5°	5	Юг
202,5–247,5°	6	Юго-запад
247,5–292,5°	7	Запад
292,5–337,5°	8	Северо-запад
337,5–360°	1	Север

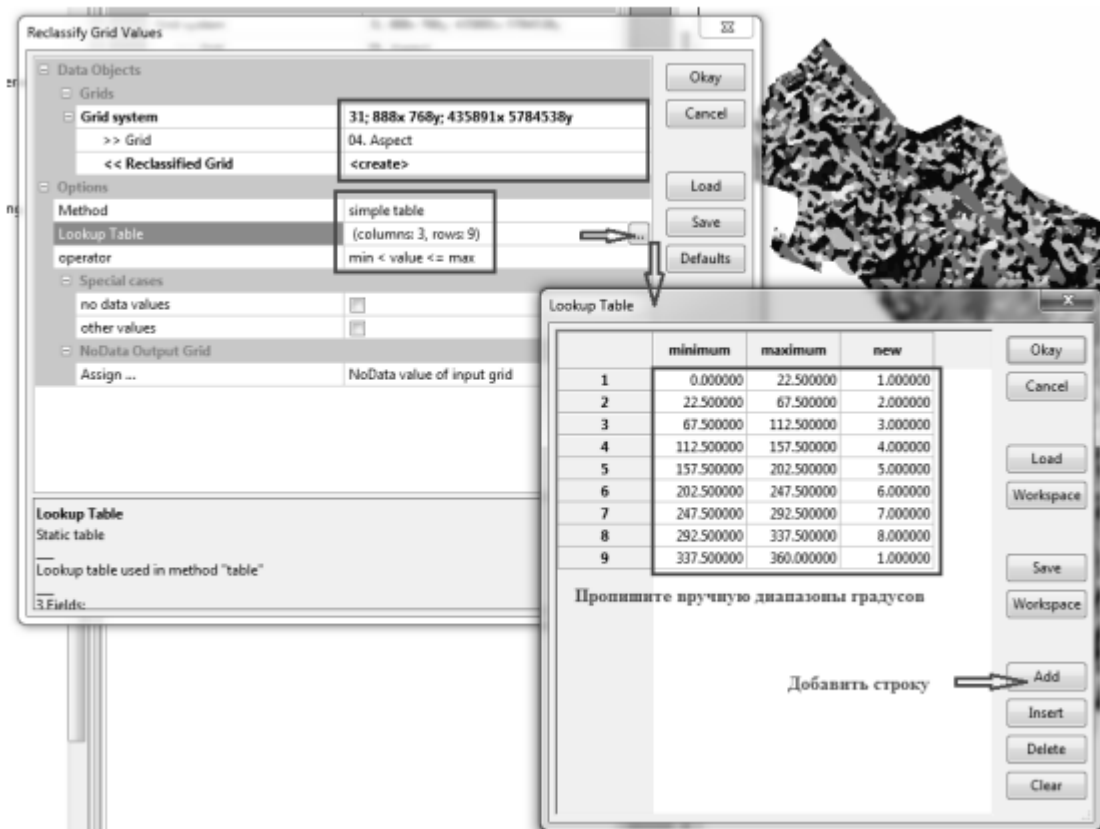


Рис. 29 Реклассификация значений экспозиции склонов в SAGA

17. После выполнения операции на вкладке Data появится новый слой Aspect_reclassified, откройте его в новом окне и сохраните в рабочей папке.

18. Произведем сглаживание классифицированного растра по экспозиции склонов для того, чтобы убрать единичные пиксели или несколько пикселей, так же, как делали для карты крутизны склонов: Tools – Grid – Filter – Majority Filter – с радиусом 2–3 пикселя. В результате появится новый слой Aspect_reclassified [Majority Filter], откройте его в новом окне, оцените результат (при необходимости повторите процедуру сглаживания) и сохраните в рабочей папке.

19. Теперь зададим цветовую шкалу для нового слоя, как делали для крутизны склонов, правой кнопкой мыши откроем контекстное меню – нажмем – в поле Classification type выберем – Okay

20. Затем на вкладке Settings в поле Table нажмите на троеточие, в открывшемся окне задайте цвет для каждой категории, подберите наиболее подходящие цветовые сочетания, в полях Name и Description пропишите вручную диапазоны значений экспозиции склонов (т. е. ориентации относительно сторон света) для каждой категории, как показано на рис. 30

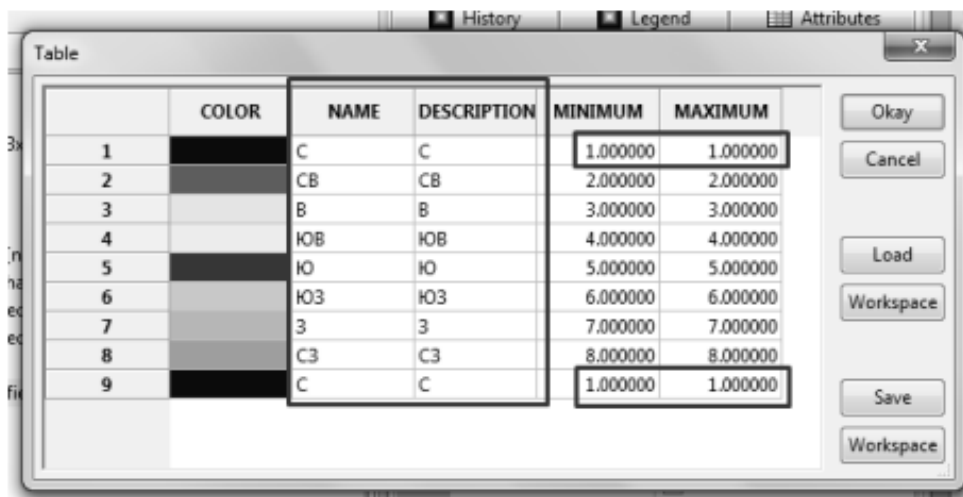


Рис. 30 Настройка цветовой шкалы для карты экспозиции склонов в SAGA

21. Затем нажимаем Okay и Apply. Посмотрите, как получилось, если цветовая гамма не устраивает, подкорректируйте. После завершения сохраните карту как изображение в формате .tiff или .jpeg в рабочей папке. Сохраните проект и созданные слои. Закройте программу.

7.4 Контрольные вопросы

1. Какие данные можно получить в результате гидрологического анализа ЦМР?
2. Какие данные можно получить в результате морфометрического анализа ЦМР?
3. В каких единицах измерения можно получить значения уклона в ходе морфометрического анализа в SAGA?

Тема 8. КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ФОРМ РЕЛЬЕФА

8.1 Цель занятия - закрепить навыки по редактированию и геообработке векторных данных и освоить методы зональной статистики растровых данных. С помощью ГИС-инструментов выделить основные формы рельефа города Уфа и оценить рельеф по степени пригодности для строительства и развития существующей городской территории

8.2 Материалы и оборудование. Персональный компьютер, SAGA GIS.

8.3 Программа работы.

1. Получить у преподавателя рабочий файл – векторный слой границ участков для картографирования на г. Уфа.
2. Выбрать территорию для дальнейшей работы.
3. Произвести картографирование форм рельефа территории путем ручного выделения контуров.
4. Выполнить зональную статистику по данным о высоте местности и экспозиции склонов.
5. Рассчитать крутизну склонов в процентах.
6. Оценить рельеф г. Уфа по степени пригодности для строительства и развития существующей городской территории по обозначенным критериям.

Порядок выполнения лабораторной работы

1. Откройте рабочий проект на г. Уфа, созданный ранее в QGIS с загруженными данными SRTM, картами крутизны и экспозиции склонов, полученными в ходе лабораторной работы Анализ рельефа.

2. Для выполнения работы каждому студенту необходимо выбрать территорию в г. Уфа для работы: загрузите в рабочий проект слой границ участков irkutsk_zone, система координат слоя WGS-84/UTM zone 48 (рис. 31).



Рис. 31 Векторный слой участков для картографирования

3. Выбранный участок выделите соответствующим инструментом и сохраните его как новый векторный слой в вашей рабочей папке: через меню в верхней панели инструментов «Правка» – «Копировать объекты» и «Правка» – «Вставить объект как» – «Новый векторный слой», в системе координат WGS-84/UTM zone 48.

4. На основе ЦМР, карты крутизны склонов и векторного слоя изолиний высот (для удобства можно построить в SAGA новый слой с высотой сечения горизонталей не 10, а 5 метров) с помощью уже известных Вам ранее инструментов редактирования векторного слоя разбейте полигональный слой вашего участка на отдельные объекты – основные формы и элементы рельефа:

- водораздельные и приводораздельные поверхности (плоские поверхности менее 1° и $1-2^\circ$ соответственно, разделяющие речные бассейны) – участки, заключенные в замкнутые изолинии;
- склоны различной крутизны (пологие $1-3^\circ$, покатые $3-10^\circ$, крутые от 10° и более) – очерчиваются выше и ниже густого пучка горизонталей (склоны выделить в соответствии с классификацией, выполненной в лабораторной работе № 10 $0-3^\circ$, $3-6^\circ$, $6-9^\circ$, $9-30^\circ$);
- речную и тальвеговую сеть (ложбины) – участки, где несколько соседних параллельных горизонталей прогибаются в сторону увеличения высот;
- днища долин с элементами поймы, террасы – участки с горизонталями меньшей густоты в непосредственной близости от уреза воды.

В результате должны получить векторный полигональный слой с объектами, отражающими формы и элементы рельефа на Вашей территории. Обязательно пропишите названия форм рельефа в атрибутивной таблице слоя.

5. Загрузите в проект карту экспозиции склонов (если ее нет в проекте), созданную ранее в результате выполнения лабораторной работы Анализ рельефа с расширением .sdat.

6. Теперь для векторного слоя с формами рельефа подсчитаем минимальные, максимальные и средние значения высоты: меню Растр – Зональная статистика (рис. 32). В поле «Растровый слой» укажите слой SRTM с данными о высоте местности (srtm_filter_no_sinks), в поле «Полигональный слой зон» укажите Ваш слой с формами рельефа, в окне «Статистика для расчета» отметьте: Среднее, Минимум, Максимум (просмотрите внимательно перечень всех доступных статистических параметров) и «ОК».

7. Откройте атрибутивную таблицу слоя с формами рельефа, в таблице должны были появиться новые поля mean, min, max с подсчитанными значениями.

8. Аналогичным способом подсчитайте средние значения экспозиции склонов для слоя с формами рельефа и на основе полученных данных дополните записи в таблице, касающиеся склонов, характеристикой по экспозиции, например, склон $3-6^\circ$ восточной экспозиции.

9. Оформите карту форм рельефа с помощью инструментов настройки стиля изображения и составьте макет карты на Вашу территорию с масштабной линейкой, указателем на север и легендой с расшифровкой условных обозначений и экспортируйте его в любой графический формат.

10. С помощью известных Вам инструментов в QGIS подсчитайте площади форм рельефа, сохраните рабочий проект и с помощью Excel оформите таблицу с характеристикой каждого выделенного на участке

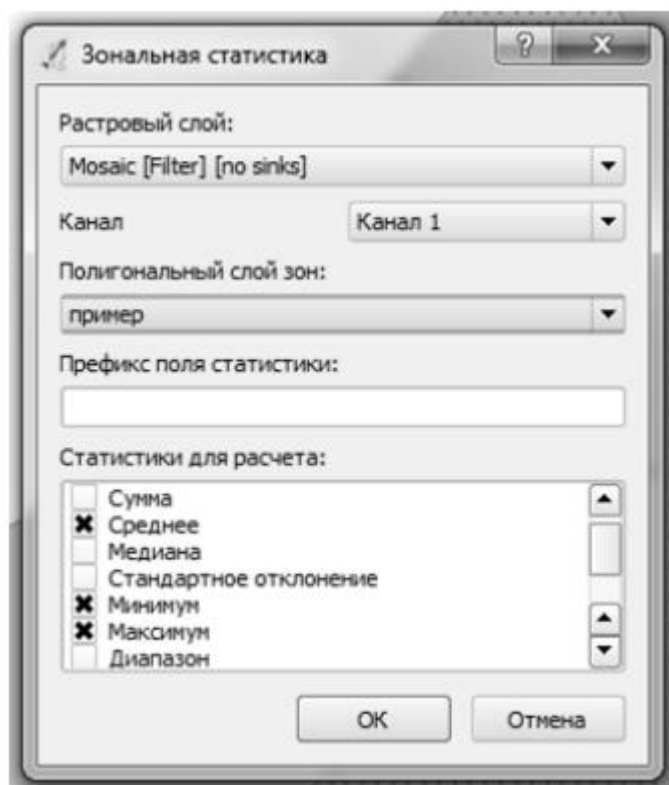


Рис. 32 Диалоговое окно зональной статистики в QGIS

11. Теперь оценим рельеф территории по степени пригодности для жилищного, общественного, промышленного и сельскохозяйственного производственного строительства на основе критериев, представленных в табл. 2. Так как в критериях прописаны значения уклона в %, нам необходимо пересчитать значения уклона.

Таблица 2 Критерии для оценки степени пригодности рельефа для строительства

Рельеф	Степень пригодности территорий, уклон в %		
	Пригодные	Ограниченно пригодные	Непригодные
Для жилищного и общественного строительства	от 0,5 до 10	< 0,5; от 10 до 20	> 20
Для промышленного и с/х производственного строительства	от 0,3 до 3	< 0,3%; от 3 до 5%	без уклона, а также с общим уклоном > 5 (за исключением случаев, допускаемых технологическим процессом производства)

12. Откройте Ваш рабочий проект в SAGA, созданный ранее, и по уже известному Вам алгоритму пересчитайте значения крутизны склонов в % по ЦМР на г. Иркутск.

13. Загрузите в рабочий проект в SAGA полигональный слой Вашего участка и обрежьте грид с данными об уклонах по границам Вашей территории.

14. Теперь, в соответствии с классификацией, приведенной в табл. 2, выполните поочередно две реклассификации значений уклонов, одна будет для жилищного и общественного строительства, другая – для промышленного и с/х производственного строительства.

15. Выполните сглаживание результатов реклассификации с помощью инструмента Majority Filter и выполните их векторизацию, сохраните конечные результаты в рабочей папке. Сохраните проект и закройте его.

16. Вернитесь в рабочий проект в QGIS и загрузите векторные слои карт уклонов, созданные в SAGA. 17. С помощью доступных инструментов QGIS подсчитайте площади выделов в каждом из сло

ев и с помощью Excel подсчитайте общие пригодных, ограниченно пригодных и непригодных земель для жилищного и общественного строительства и для промышленного и с/х производственного строительства. Результаты оформите либо в виде графика, либо в виде таблицы.

18. Оформите две карты по степени пригодности рельефа для строительства с помощью инструментов настройки стиля изображения, при формировании легенды вместо значений уклонов пропишите соответствующие категории пригодности: пригодные, ограниченно пригодные и непригодные.

19. Оформите макеты данных карт и экспортируйте их в любой графический формат.

8.4 Контрольные вопросы

1. Перечислите основные формы и элементы рельефа.
2. Опишите процедуру картографирования форм рельефа. Какие данные Вами были использованы для этих целей?
3. Охарактеризуйте работу модуля «Зональная статистика». Какие данные с помощью него можно получить?