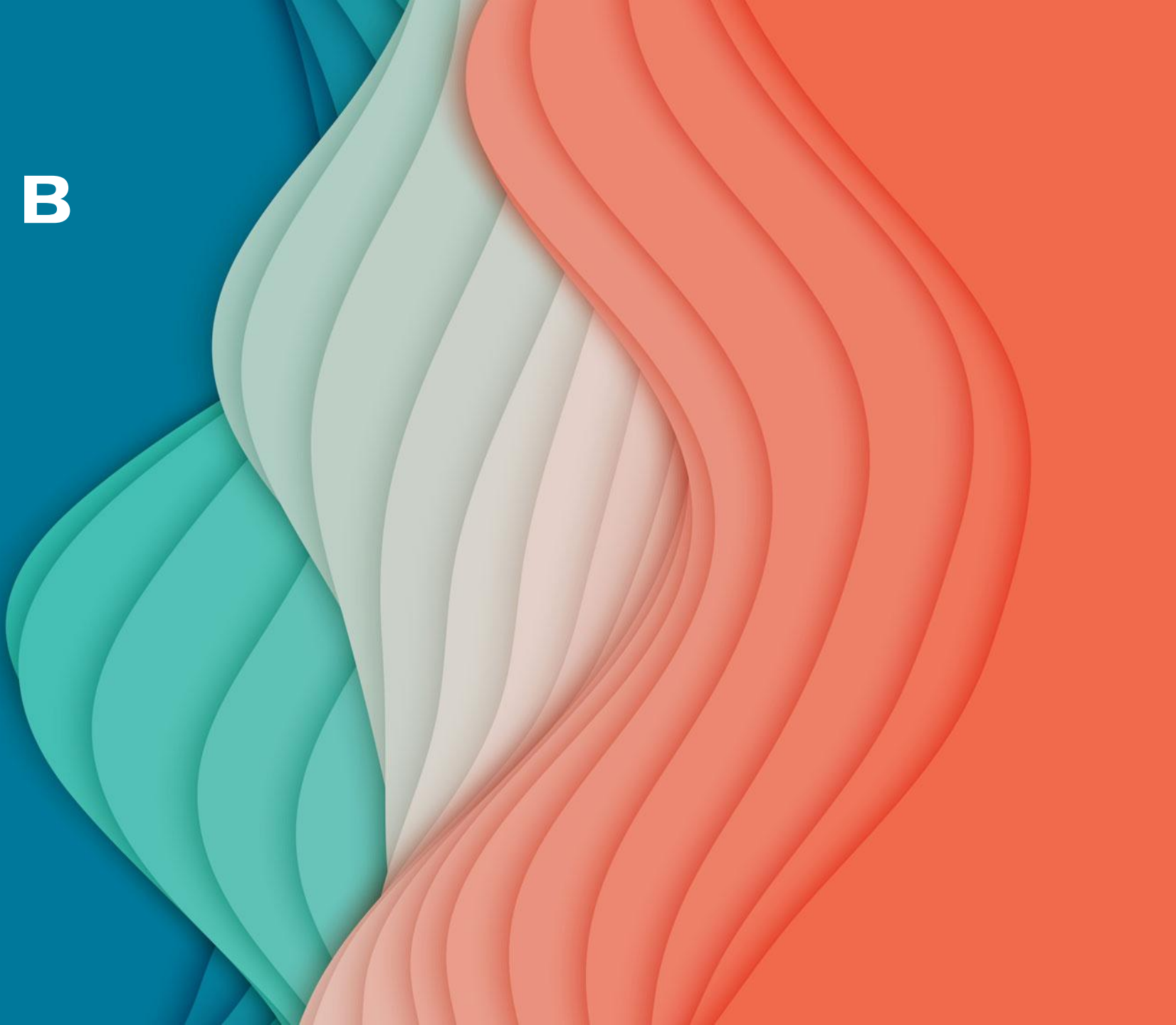


# Ввод данных в QGIS



# Содержание:

1

Формы и устройства ввода данных

2

Ввод геоданных

3

Процедура векторизации

4

Картографические проекции.  
Трансформация координат

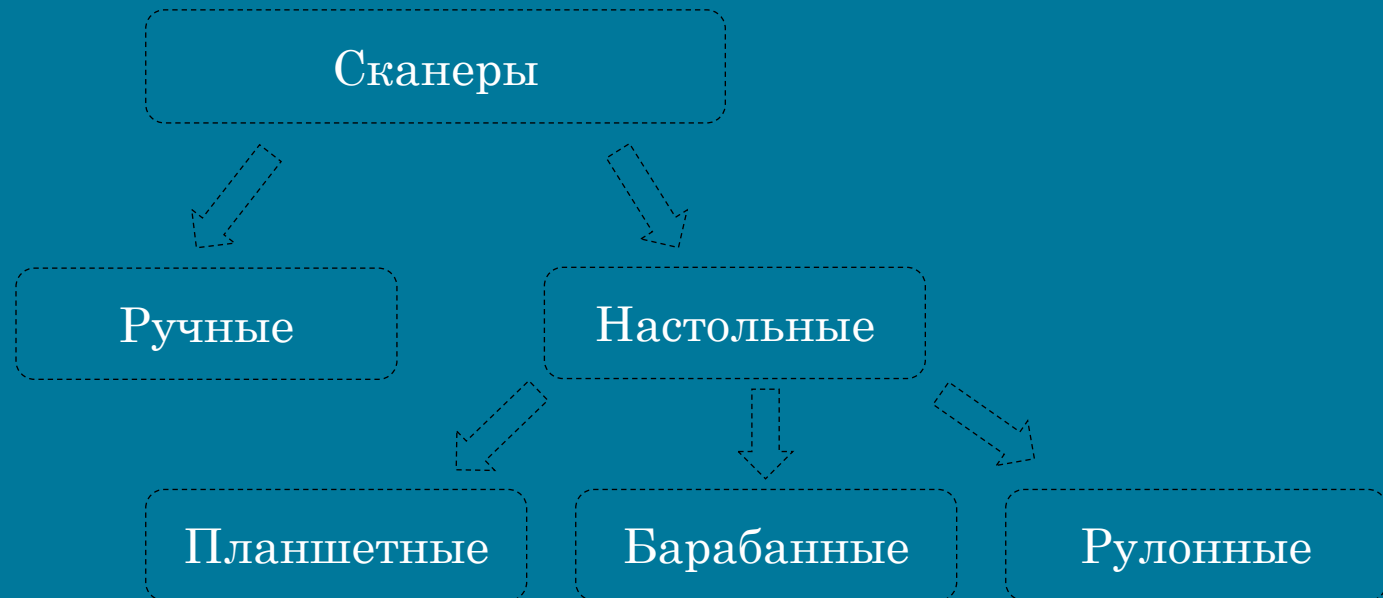
# Формы и устройства ввода данных

Устройства ввода-вывода называются также периферийными устройствами.

Различают следующие формы ввода данных:

- с помощью устройств ввода изображений (дигитайзеры, сканеры);
- с помощью специальных устройств ввода графической информации (мышь, курсор, перо);
- с помощью устройств ввода атрибутивной информации (клавиатура);
- преобразование из других цифровых источников (GPS-приемники приборы автоматизированной съемки и др.).

Операции по переводу графической информации чаще всего выполняются по отсканированному изображению (по так называемой растровой подложке). Для получения растрового изображения используют специальные устройства – сканеры. Сканеры позволяют вводить растровое изображение карты в компьютер без вмешательства человека. Для ввода цветных карт и снимков следует использовать цветные сканеры, для панхроматических снимков и топографических карт достаточно черно-белых сканеров.







Виды ручных сканеров

Барабанный сканер



Планшетный сканер



Рулонный сканер

# Ввод гео данных

Автоматическая векторизации	Полуавтоматическая векторизации	Ручная векторизации
<p>существенно сокращает время, затрачиваемое на оцифровку растровых изображений. В этом режиме вся карта переводится из растра в векторный формат без участия оператора. После автоматической векторизации выполняется проверка и корректировка полученных материалов.</p>	<p>применяется в тех случаях, когда требуется контроль над процессом векторизации или нужно векторизовать небольшую часть изображения. С помощью специальных программ оператор создает векторную карту в диалоговом режиме. С помощью курсора задается начальная точка и направление трассирования, после чего автоматически строится центральная линия от начальной точки до конца растровой линии.</p>	<p>позволяет оператору осуществлять непрерывный контроль над процессом векторизации, задавая с помощью курсора положение каждой вершины центральной линии. Ручная оцифровка используется для векторизации растровых изображений плохого качества, изображений, содержащих сразу нескольких тематических слоев, а также при наличии сложных видов линий.</p>

# Процедура ручной векторизации

## Регистрация растрового изображения

Регистрация растрового изображения  
возможна двумя методами

```
graph TD; A[Регистрация растрового изображения  
возможна двумя методами] --> B[координаты контрольных  
точек вводятся  
пользователем с  
клавиатуры  
(применяется при создании  
новой карты)]; A --> C[координаты определяются по  
существующей цифровой карте  
(применяется, когда необходимо  
привязать растровое изображение к уже  
существующей в электронном виде  
векторной карте, т.е. при обновлении  
существующей карты)];
```

координаты контрольных  
точек вводятся  
пользователем с  
клавиатуры  
(применяется при создании  
новой карты)

координаты определяются по  
существующей цифровой карте  
(применяется, когда необходимо  
привязать растровое изображение к уже  
существующей в электронном виде  
векторной карте, т.е. при обновлении  
существующей карты)

# Привязка раstra по меткам координат

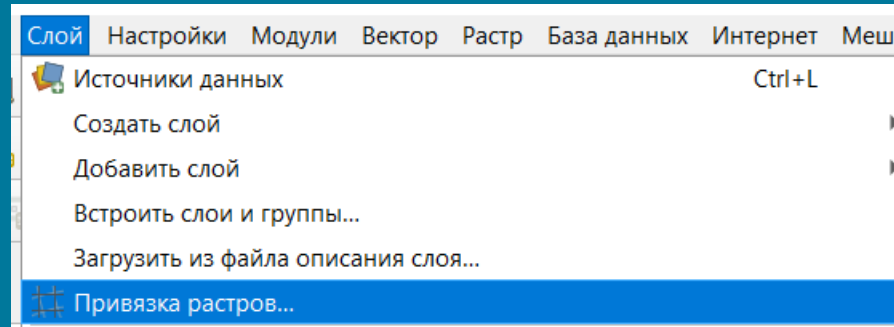
Чтобы использовать растр в геоинформационной среде, необходимо выполнить его привязку — то есть задать соотношение между внутренней системой координат раstra (связанной с его строками и столбцами) и «внешней» проецированной системой координат.


Для выполнения привязки нам нужно определить целевую систему координат, в которой следует привязать (соориентировать) исходный растр, а затем выбрать несколько пар точек, для которых известны и внутренние координаты (в системе координат раstra), и целевые координаты (в целевой системе координат). Точки пересечения линий сетки прямоугольных координат хорошо подходят в этом качестве, поскольку их целевые координаты подписаны вдоль рамок карты.



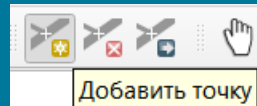
1. Запустите QGIS и сохраните проект в вашу рабочую директорию

2. В QGIS запустите инструмент для привязки растров («Слой» — «Привязка растров»)



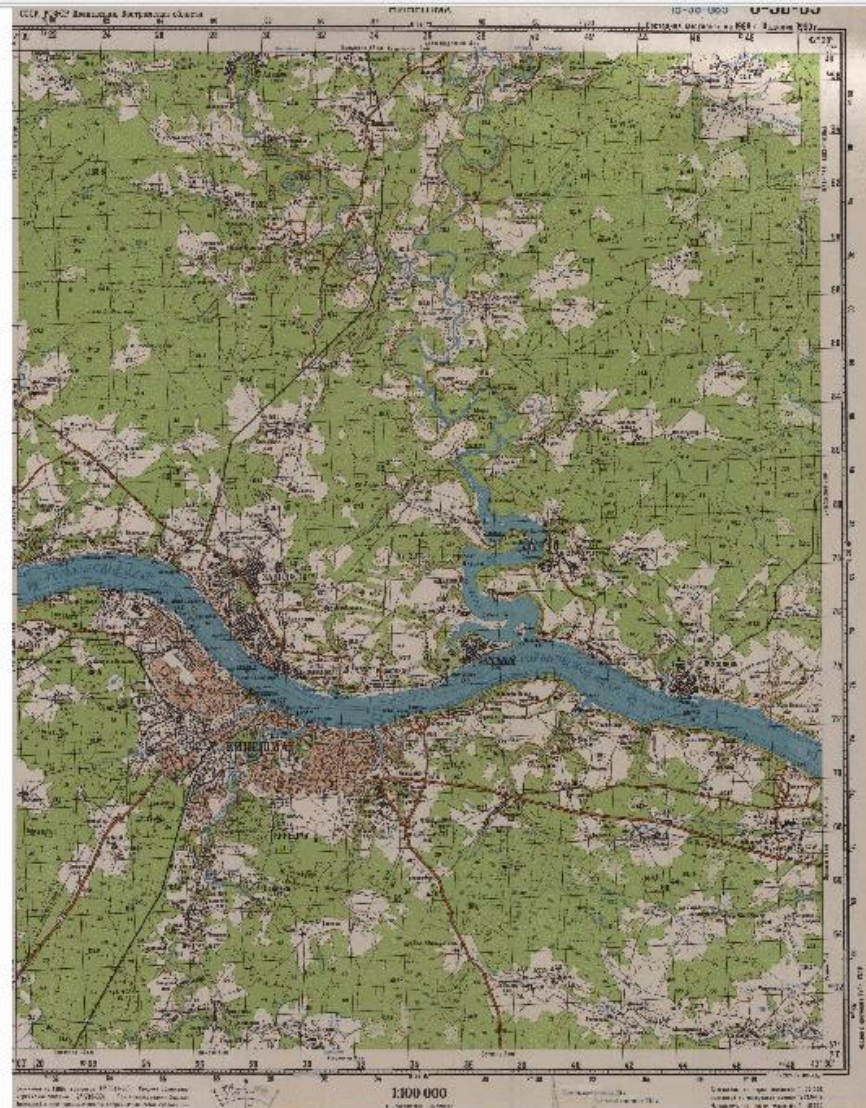
3. Добавьте файл o38-085.tif в окно инструмента привязки. Можно перетащить файл из проводника или воспользоваться кнопкой  на панели инструментов

4. В окне привязки по умолчанию активен инструмент добавления опорных точек



С помощью мыши увеличьте изображение северо-западного угла карты, найдите пересечение линий сетки и определите его координаты.

5. Щёлкните левой кнопкой мыши по пересечению линий сетки, координаты которого вы определили. В появившемся окне введите координаты.



Включено ▾	ID	X источника	Y источника	X назначения	Y назначения	dX (пиксели)	dY (пиксели)	Невязка (пиксели)
------------	----	-------------	-------------	--------------	--------------	--------------	--------------	-------------------

## Процесс добавления новой опорной точки

Чтобы включить подписи идентификаторов точек, зайдите в «Параметры» — «Настройки привязки растров».

6. Аналогичным образом добавьте ещё четыре опорных точки: три точки в других углах листа карты и одну точку в центре листа карты

Окно привязки после расстановки пяти опорных точек

7. Изучите информацию, которая отображается в таблице внизу. «X источника» и «Y источника» — это координаты точек привязки на исходном растре, измеренные в пикселях растра от левого верхнего угла. «X назначения» и «Y назначения» — координаты на местности. В столбцах «dX», «dY» и «Невязка» будут отображаться несхождения в определении координат. Сейчас там отображаются нули, поскольку мы ещё не задали настройки трансформации.

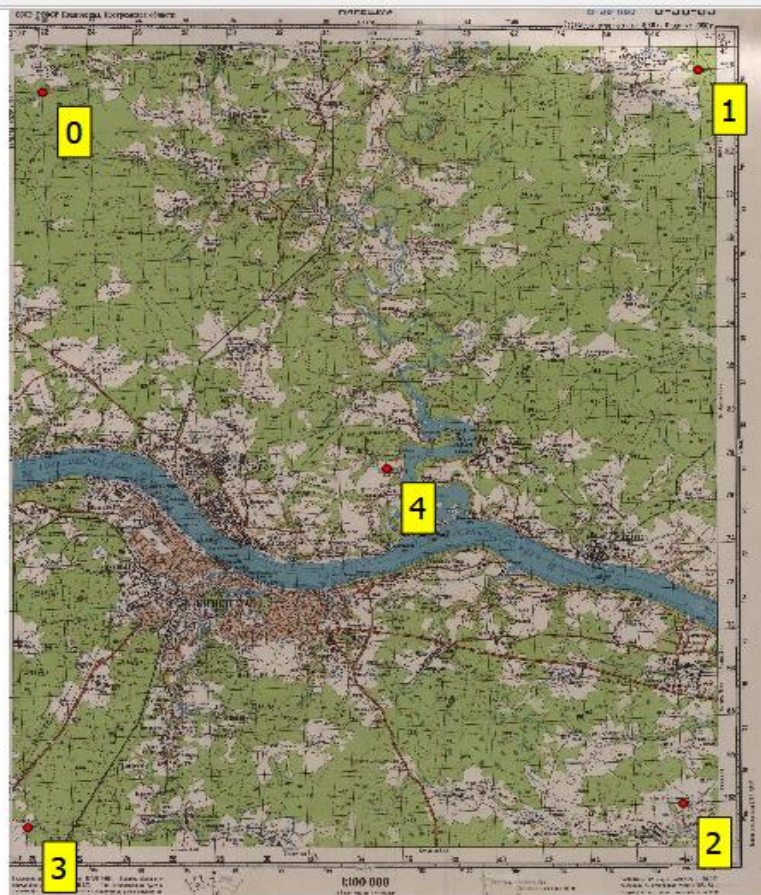
8. Откройте интерфейс настроек трансформации растра, нажав на кнопку . Изучите доступные параметры.

9. Самостоятельно определите значение параметра «Тип трансформации».

10. Параметр «Метод интерполяции» установите в значение «Линейная»

11. Чтобы установить целевую систему координат, нажмите кнопку 





## Контрольные точки

Видимый	ID	X источника	Y источника	X назначения	Y назначения	dX (пиксели)	dY (пиксели)	Невязка (пиксели)
<input checked="" type="checkbox"/>	0	81,6879	-224,631	8,322e+06	6,396e+06	0	0	0
<input checked="" type="checkbox"/>	1	1734,49	-162,443	8,35e+06	6,396e+06	0	0	0
<input checked="" type="checkbox"/>	2	1696,55	-2174,49	8,348e+06	6,362e+06	0	0	0
<input checked="" type="checkbox"/>	3	44,3617	-2240,99	8,32e+06	6,362e+06	0	0	0
<input checked="" type="checkbox"/>	4	949,523	-1256,53	8,336e+06	6,378e+06	0	0	0



Фильтр 

## Последние использованные системы координат

Система координат	ID источника
Pulkovo 1942 / Gauss-Kruger zone 8	EPSG:28408
Robinson_shift	USER:100098
WGS 84	EPSG:4326
World_Robinson	ESRI:54030
Pulkovo 1942 / Gauss-Kruger zone 23	EPSG:28423
MGGT	USER:100043
Asia_North_Albers_Equal_Area_Conic	ESRI:102025
World_Natural_Earth_II	ESRI:54078
World_Natural_Earth	ESRI:54077

## Предустановленные системы координат

☐ Скрыть устаревшие

Система координат	ID источника
WGS 84	EPSG:4326
WGS 84	EPSG:4979
WGS 84 (3D)	EPSG:4329
WGS 84 (CRS84)	OGC:CRS84
WGS 84 (G1150)	EPSG:7661

## WGS 84

## WKT

```
GEOGCRS["WGS 84",  
  DATUM["World Geodetic System 1984",  
    ELLIPSOID["WGS 84",  
      6378137,298.257223563,  
      LENGTHUNIT["metre",1]],  
    PRIMEM["Greenwich",0,  
      ANGLEUNIT["degree",  
        0.0174532925199433]],  
    CS[ellipsoidal,2],  
    AXIS["geodetic latitude (Lat)",north,  
      ORDER[1],  
      ANGLEUNIT["degree",  
        0.0174532925199433]],  
    AXIS["geodetic longitude (Lon)",east,  
      ORDER[2],  
      ANGLEUNIT["degree",  
        0.0174532925199433]]]
```



OK


Отмена

Справка


## Окно выбора системы координат

12. Выберите нужную систему координат по её названию или EPSG-коду и закройте окно выбора проекции, нажав ОК

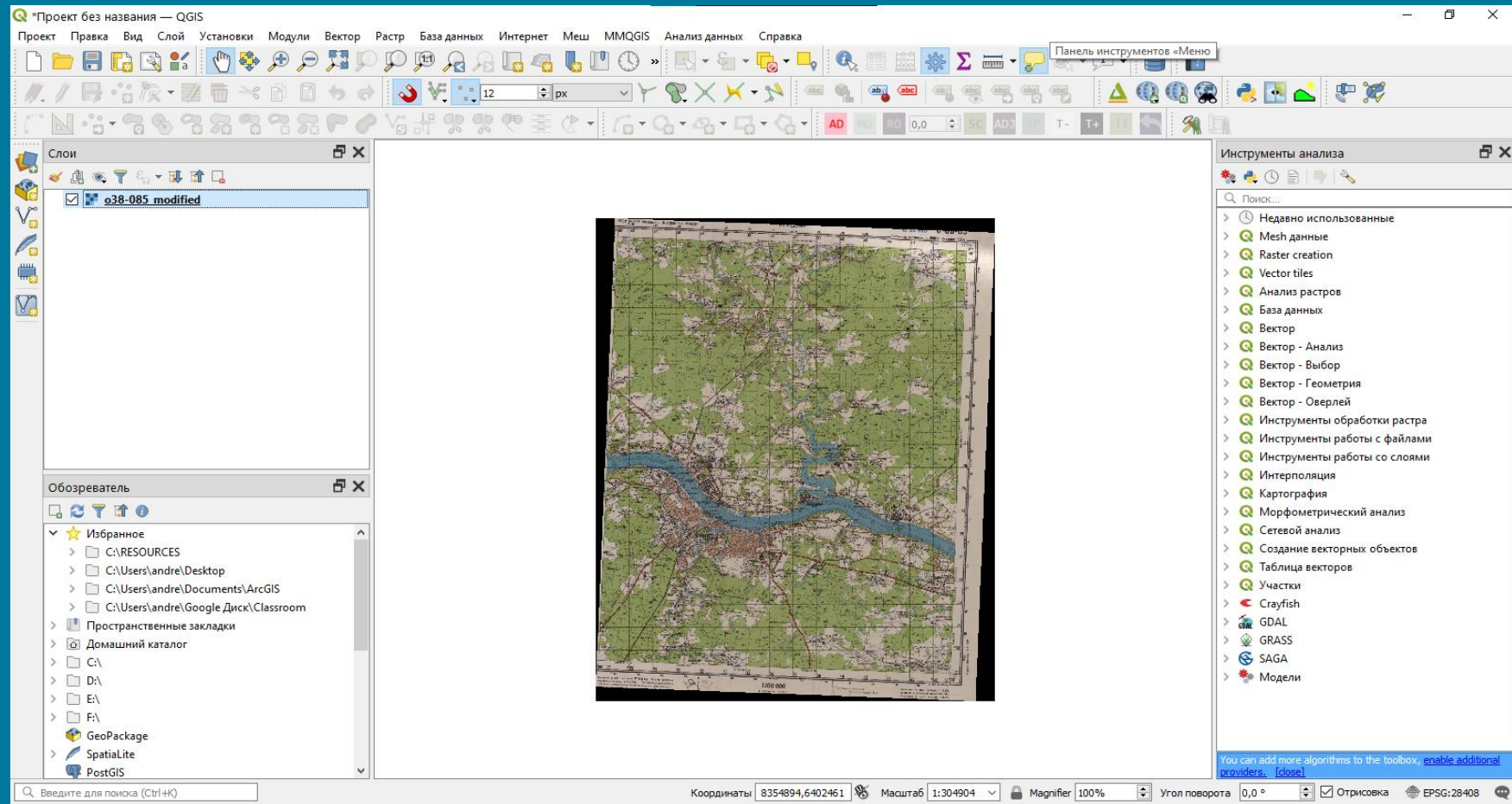
13. Теперь, когда вы задали параметры привязки, нужно указать, куда будет сохранён привязанный файл. Это задаётся настройкой «Целевой растр». Укажите, что растр нужно сохранить в папку `referenced_images` вашей рабочей директории под именем `o38-085_modified.tif`. Также нужно отметить опции «Сохранить контрольные точки», чтобы сохранить пары координат в отдельный файл, и «Открыть результат в QGIS», чтобы результат привязки был автоматически прикреплён к открытому проекту. Остальные параметры оставьте по умолчанию.

14. Закройте окно настроек привязки. Привязка не запустится автоматически: чтобы запустить процедуру, нужно нажать кнопку . Но пока не делайте этого.

15. Изучите величины ошибок, которые отображаются в таблице внизу. Величины ошибок отображаются в пикселах исходного растра. Обычно в практике привязки стараются добиться, чтобы ошибка не превышала 0,5 пиксела (с рядом оговорок). Если точность привязки какой-либо из ваших точек значительно превышает это пороговое значение, удалите точку и установите её заново.

16. Когда величины ошибок станут приемлемыми, нажмите кнопку . QGIS выполнит привязку и попытается добавить изображение к карте. Если при этом появится всплывающее окно выбора параметров трансформации, нажмите ОК.

17. Закройте окно привязки растров. Окно QGIS примет вид, аналогичный представленному ниже:





# Создание слоев

Необходимые слои создаются в соответствии с проектируемой структурой данных. Рекомендуется для каждого типа геометрии создавать отдельный слой, например, слой линейных объектов гидрографии и слой площадных объектов гидрографии.

## Создание точечных объектов

1. Запустите процедуру создания нового набора данных GeoPackage. Для этого нажмите кнопку «Создать слой GeoPackage...» (📁) на панели менеджера источников данных или сочетание клавиш Ctrl+Shift+N.
2. В открывшемся окне введите следующие параметры:

Новый слой GeoPackage

База данных: D:\GIS\207\_CAR\Entin\Ex06\Ex06\_topo\_Entin.gpkg

Имя таблицы: geodetic\_points

Тип геометрии: Точечная

☐ Включить размерность Z ☐ Включить значения M

СК проекта: EPSG:28416 - Pulkovo 1942 / Gauss-Kruger zon

**Новое поле**

Имя:

Тип: 1.2 Десятичное число (double)

Максимальная длина:

Добавить в список полей

**Список полей**

Имя	Тип	Размер
center_elevation	real	

Удалить поле

Дополнительные параметры

OK Отмена Справка

Окно создания нового файла GeoPackage



3. Помимо геометрии объектов, нам нужно будет хранить семантическую информацию. Для точечных объектов, представляющих пункты геодезической сети, на карте подписываются высоты их центров. Для хранения этой информации создайте новое поле с названием center\_elevation типа «Десятичное число» (double). Нажмите ОК.

4. Переименуйте добавленный слой в «Геодезические пункты». Если необходимо, измените условный знак слоя таким образом, чтобы он контрастировал с изображением листа топографической карты.

5. Теперь мы готовы начинать векторизацию объектов. Для начала векторизации выберите слой «Геодезические пункты» в таблице слоёв, а затем нажмите кнопку «Режим редактирования» (✎) на панели инструментов редактирования.

Альтернативный вариант: можно запустить режим редактирования из контекстного меню слоя.

Новый слой GeoPackage

База данных: D:\GIS\207\_CAR\Entin\Ex06\Ex06\_topo\_Entin.gpkg

Имя таблицы: Ex06\_topo\_Entin

Тип геометрии: Точечная

☐ Включить размерность Z ☐ Включить значения M


СК проекта: EPSG:28416 - Pulkovo 1942 / Gauss-Kruger zon

**Новое поле**

Имя:


Тип: abc Текст (string)

Максимальная длина:

 Добавить в список полей

**Список полей**

Имя	Тип	Размер
-----	-----	--------

 Удалить поле

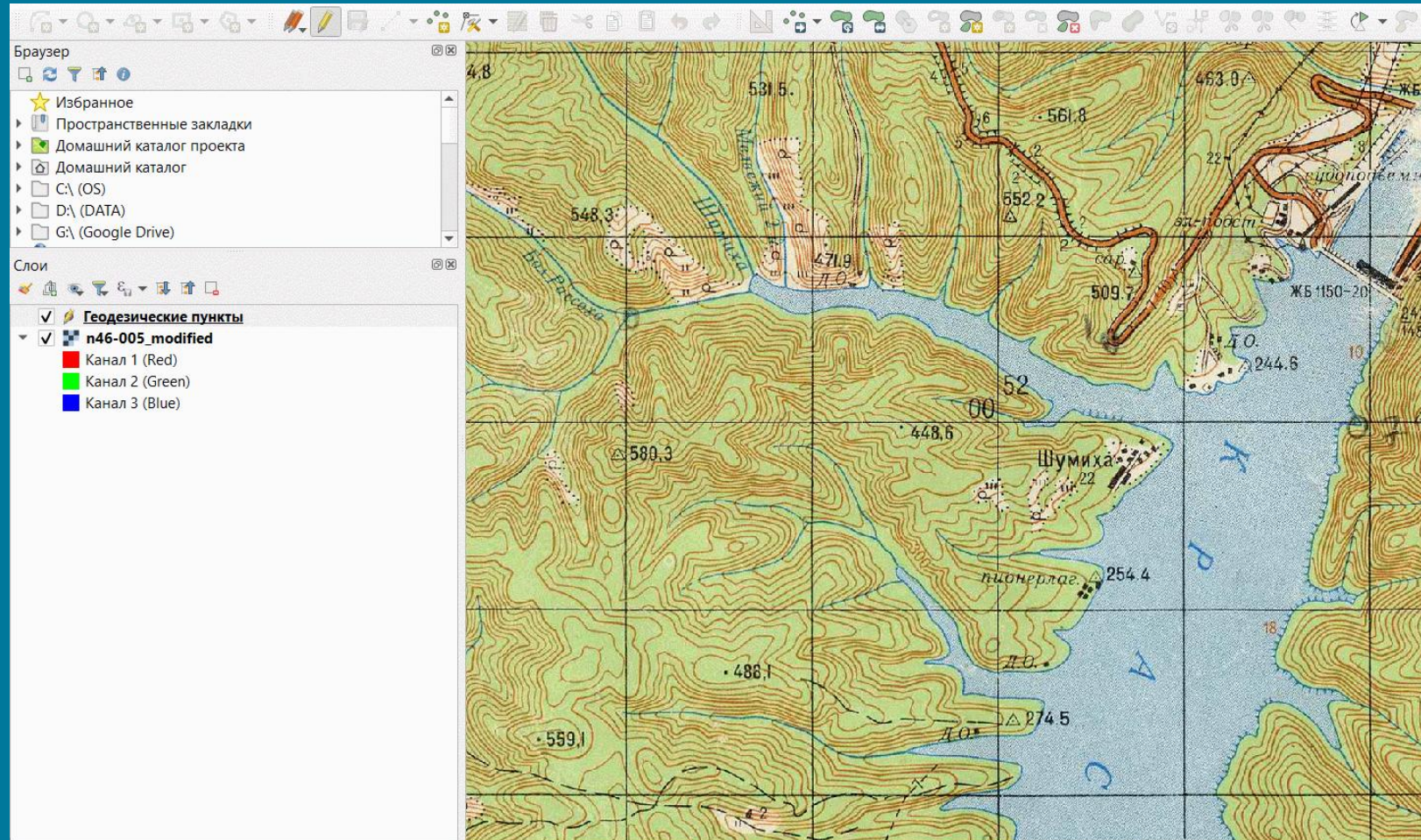
► Дополнительные параметры

OK Отмена Справка

Создание нового поля для набора данных




6. Нажмите на панели редактирования кнопку «Добавить точечный объект» (📍). Курсор примет вид мишени. Переместите курсор на любой из геодезических пунктов и нажмите левую кнопку мыши, чтобы установить новую точку в этом месте. Новая точка будет установлена, также будет открыто окно ввода атрибутов. Введите высоту знака, подписанную на топографической карте, и нажмите ОК. Повторите процедуру для всех оставшихся геодезических пунктов на карте.



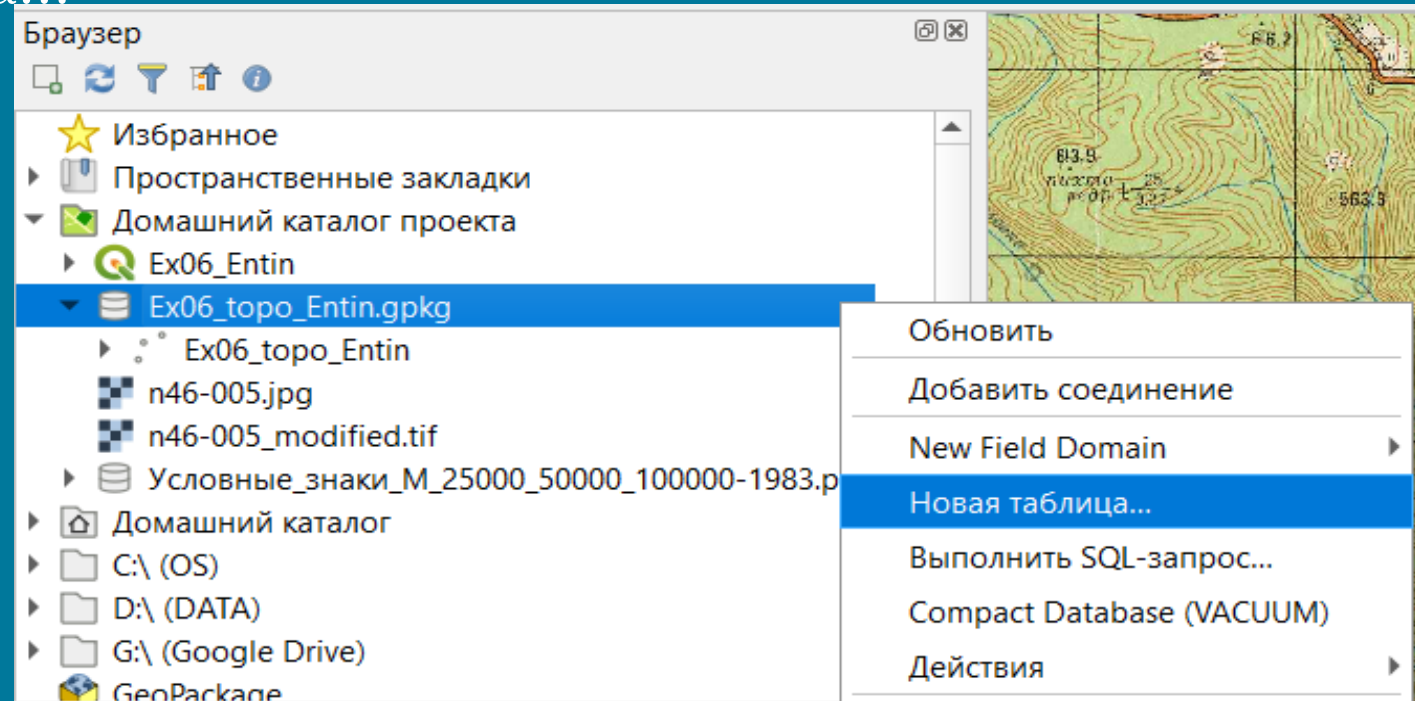
Векторизация геодезических пунктов



**Обратите внимание:** сохранение изменений в наборах пространственных данных делается независимо от сохранения проекта! Вы должны самостоятельно сохранять правки в слоях после каждого серьёзного изменения. Если выйти из режима редактирования без сохранения изменений, система предложит сохранить их во всплывающем окне.

7. По окончании ввода точек нажмите кнопку «Сохранить изменения» () на панели редактирования, а затем отключите режим редактирования.
8. Измените условный знак слоя геодезических пунктов таким образом, чтобы он максимально походил на условный знак, принятый на топографических картах. Настройте подписи для слоя геодезических пунктов.

9. Теперь вы векторизуете отметки высот. Для этого вы создадите новую таблицу в уже существующем файле GeoPackage. В панели браузера раскройте содержимое папки «Домашний каталог проекта» и вызовите контекстное меню файла GeoPackage, созданного ранее. В контекстном меню выберите опцию «Новая таблица...»



Создание новой таблицы в файле GeoPackage

Векторизация (оцифровка) выполняется методом обвода объектов по растру. Делается активным (редактируемым) нужный слой, выбирается инструмент векторизации (точка, полилиния,..) и обводятся объекты



10. Будет открыт интерфейс создания новой таблицы в существующем файле GeoPackage. Он визуально отличается от того, что вы использовали на первом шаге, но содержимое его точно такое же. Настройте параметры следующим образом

Новая таблица

Имя: elevation\_points

Имя	Тип	Тип источника	Размер	Точность
1.2 elevation	Десятичное число (real)	double	0	0

Добавить поле  
Удалить поле

Север  
Юг

Тип геометрии: Точечная

Имя поля геометрии: geom

Режим привязки: ☐ Включить размерность Z ☐ Включить значения (M)

СК: СК проекта: EPSG:28416 - Pulkovo 1942 / Gauss-Kr

Создать пространственный индекс: ☒

OK Отмена

**Обратите внимание:** Система координат такая же, как система координат проекта.



11. Нажмите ОК, чтобы завершить процесс создания новой таблицы.

12. Новая таблица не добавляется в проект автоматически. Чтобы добавить новую таблицу в проект вручную, дважды щёлкните по её названию в панели браузера.

13. Переименуйте добавленный слой в «Отметки высот»

14. Векторизуйте отметки высот, находящиеся в пределах ваших квадратов.

15. По окончании векторизации сохраните правки и измените стиль слоя таким образом, чтобы он максимально походил на изображение, принятое на топографических картах.

# Создание линейных объектов

На нашем листе карты представлены следующие линейные объекты:

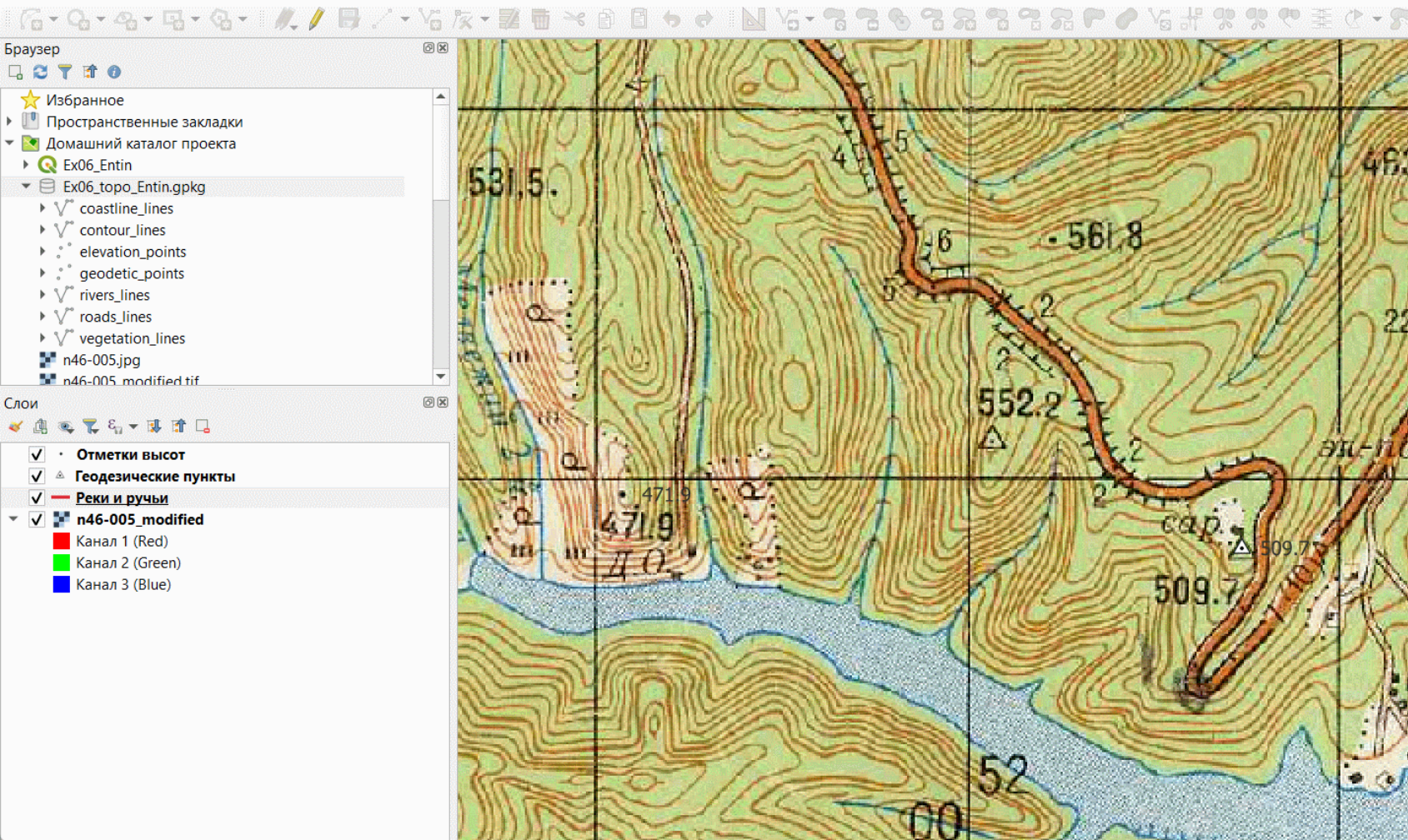
- Береговая линия;
- Реки и ручьи шириной менее 10 м (изображаются на карте «в одну линию»);
- Автодороги;
- Контуры растительного покрова и грунтов;
- Горизонтали.

1. Создайте в файле GeoPackage пять новых таблиц:


- `coastline_lines` (береговая линия)
- `rivers_lines` (реки и ручьи)
- `vegetation_lines` (контуры растительного покрова и грунтов)
- `roads_lines` (автодороги)
- `contour_lines` (горизонтали)

Тип геометрии для всех таблиц — «Линия», система координат — та же, что в проекте.





2. Добавьте в проект таблицу rivers\_lines и переименуйте слой в «Реки и ручьи». Измените цвет линии слоя таким образом, чтобы он контрастировал с картографическим изображением.

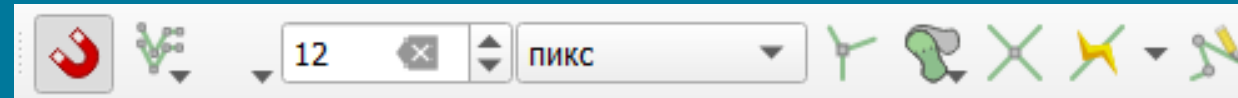
3. Начните векторизацию с водотоков, находящихся в северной части участка и впадающих непосредственно в водохранилище. Включите режим редактирования и нажмите кнопку «Добавить линейный объект» ().

## Векторизация линии водотоков

Векторизуйте водотоки по направлению от истока к устью, устанавливая новые узлы с помощью левой кнопки мыши. Чтобы завершить редактирование линии и перейти к следующей, нажмите правую кнопку мыши. Ошибочно установленные узлы можно удалить с помощью кнопки Backspace.



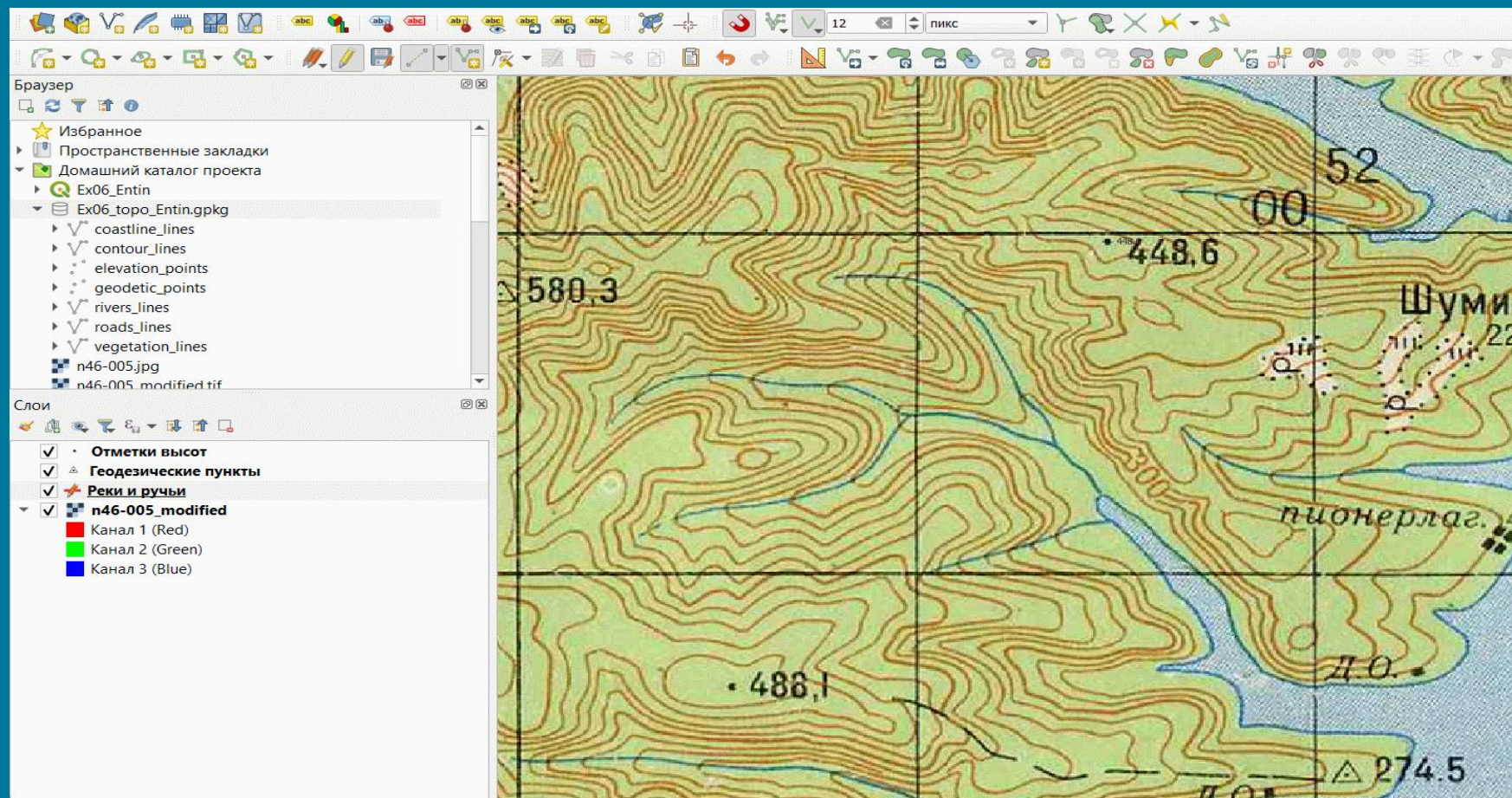
4. Теперь перейдите к юго-западной части фрагмента, где несколько водотоков образуют древовидную сеть. Чтобы корректно векторизовать такие водотоки, необходимо использовать прилипание (снеппинг). Прилипание позволяет установить новый узел точно в координаты существующего узла. Включите панель «Инструменты прилипания», если она отключена.



### Настройки прилипания

5. Нажмите на панели инструментов прилипания кнопку «Разрешить прилипание» (🧲), чтобы активировать режим прилипания.
6. Проверьте, что прилипание осуществляется ко всем слоям (вторая кнопка справа на панели).
7. Укажите, к каким элементам следует осуществлять прилипание (третья кнопка слева на панели). Включите прилипание к вершинам и линиям.

8. Векторизуйте систему водотоков, используя прилипание. Начните векторизацию с любого истока и закончите объект на первом по течению слиянии. Затем векторизуйте соседний объект, впадающий в то же место слияния; при установке последней точки убедитесь, что срабатывает прилипание к существующему объекту: целевое положение узла обозначается сиреневым квадратом.




Векторизация линий водотоков с использованием прилипания



9. Векторизуйте все водотоки, которые хотя бы частично попадают в целевые квадраты. По окончании векторизации сохраните правки и измените внешний вид слоя таким образом, чтобы он максимально соответствовал изображению на топографической карте.

10. Добавьте в проект таблицу coastline\_lines. Переименуйте новый слой в «Береговая линия» и настройте для него контрастный условный знак.

11. Начните векторизацию береговой линии. В ходе векторизации используйте прилипание, чтобы береговая линия точно стыковалась с реками и ручьями. Не пытайтесь векторизовать всю линию целиком: периодически завершайте объект, сохраняйте правки и начинайте создание нового объекта от последней установленной точки.

**Примечание:** положение узлов уже созданного объекта можно изменять с помощью инструмента редактирования вершин в текущем слое (  )

12. Теперь, когда вся береговая линия векторизована, нужно объединить её в один объект. Для этого нам потребуются инструменты с панели выбора объектов, а также с панели дополнительных инструментов оцифровки. Убедитесь, что обе эти панели включены:



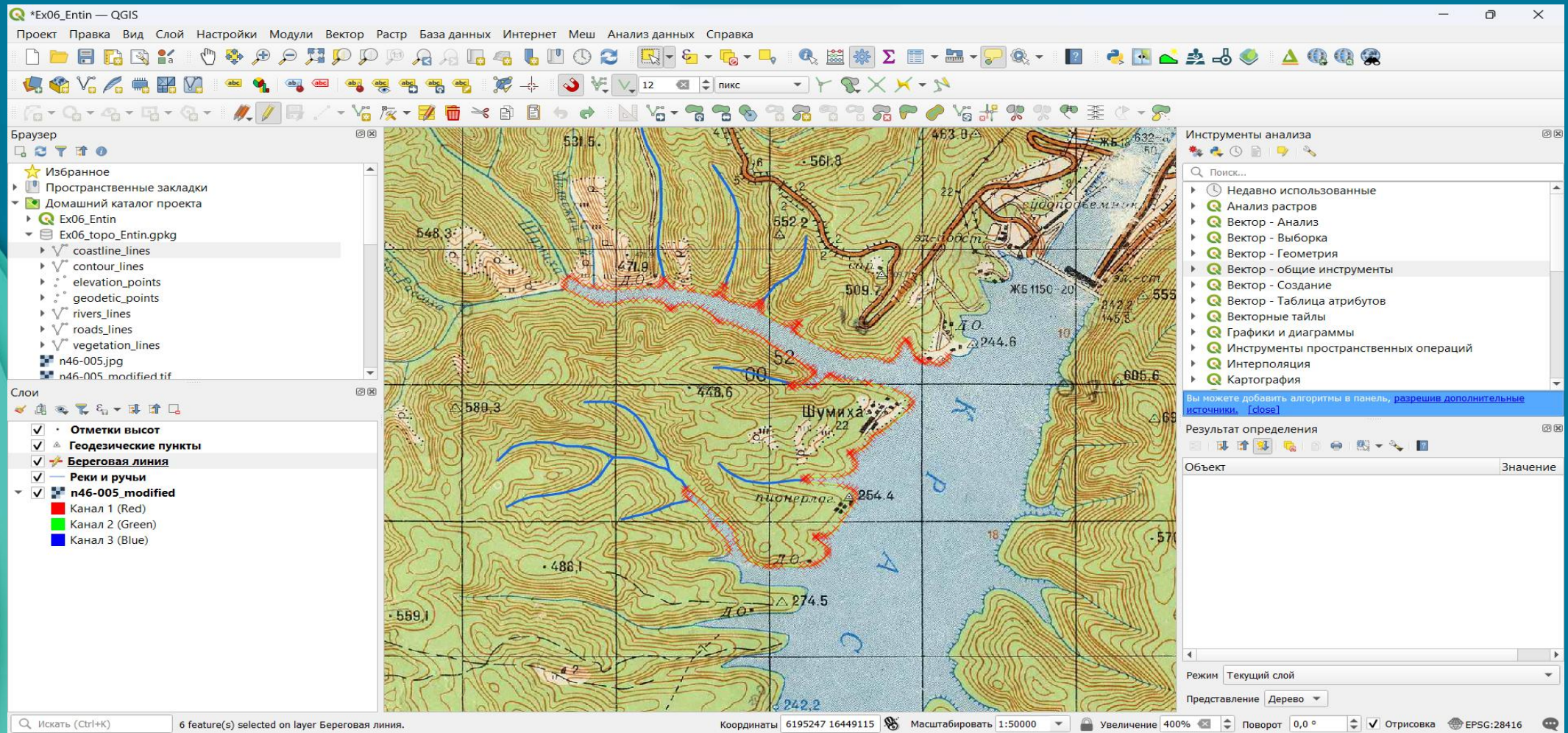
Панель выбора объектов



Панель дополнительных инструментов оцифровки




13. Используя инструмент «Выбрать объекты в прямоугольнике или точке» () , обведите рамкой все объекты в слое «Береговая линия». Сами линии будут выделены жёлтым цветом, а их вершины — красными крестиками.



Выбор объектов в слое



14. Нажмите кнопку «Объединить выделенные объекты» () на панели дополнительных инструментов оцифровки. В открывшемся окне будет предложено определить, что делать с атрибутами объектов. Оставьте все значения по умолчанию и нажмите ОК. Все объекты в слое береговой линии будут объединены в один.


15. Сохраните правки в слое «Береговая линия» и измените символику слоя так, чтобы результат максимально походил на изображение топографической карты.

16. Добавьте на карту таблицу границ растительного покрова и грунтов, переименуйте слой в «Границы растительности» и векторизуйте объекты, попадающие на выбранные вами квадраты.

**Примечание:** границы растительности могут образовывать замкнутые контура. Чтобы векторизовать такой контур, необходимо включить опцию самоприлипания ()

17. После окончания векторизации линий границ измените символику слоя, чтобы она походила на изображение топографической карты.

18. Добавьте в проект таблицу автодорог и переименуйте слой в «Автодороги». Как мы помним, для этого набора данных необходим дополнительный столбец таблицы атрибутов, который не был создан в момент создания самой таблицы. Мы добавим его на следующем шаге.

19. Откройте таблицу атрибутов слоя автодорог и запустите редактирование этого слоя. В панели инструментов таблицы атрибутов нажмите кнопку «Новое поле»  или комбинацию клавиш Ctrl+W на клавиатуре. Будет открыто окно добавления нового поля.

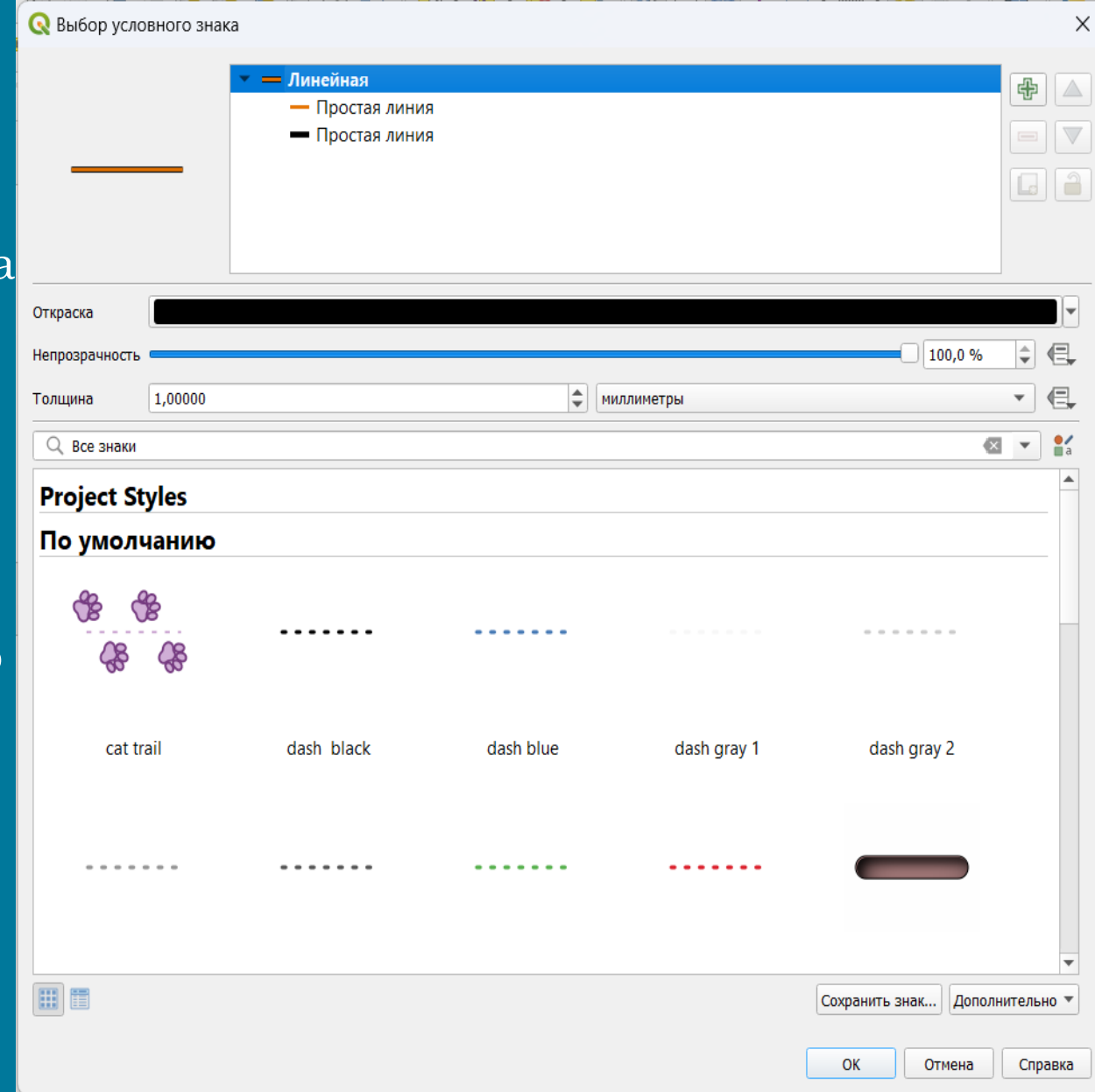
20. Создайте поле `road_type` текстового типа. Размер (длину) поля можно не устанавливать.

21. Закройте таблицу атрибутов и перейдите в основное окно QGIS. Векторизуйте участок дороги с усовершенствованным покрытием в северной части территории. По окончании векторизации введите необходимое значение атрибута.

22. Векторизуйте дорогу без покрытия в населённом пункте, обозначенном как «Шумиха».

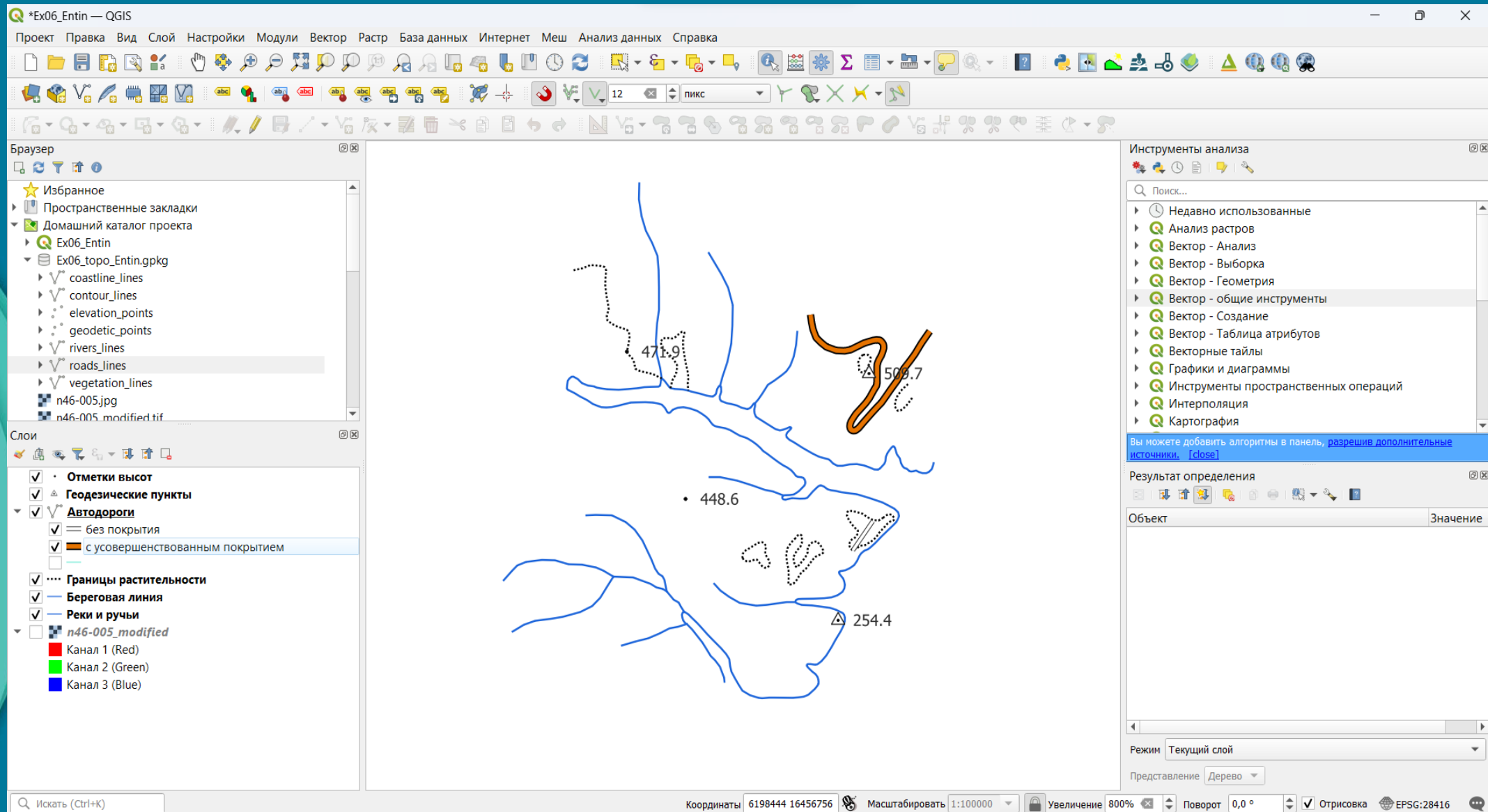


23. Сохраните правки и измените стилистику слоя. Задайте разные условные знаки для дорог разного типа. Чтобы создать знак, похожий на изображение топографической карты, воспользуйтесь многослойными символами: верхний слой символа должен представлять собой линию оранжевого (или белого) цвета, нижний слой — более широкую линию чёрного цвета.



Настройка стиля линий для автодорог

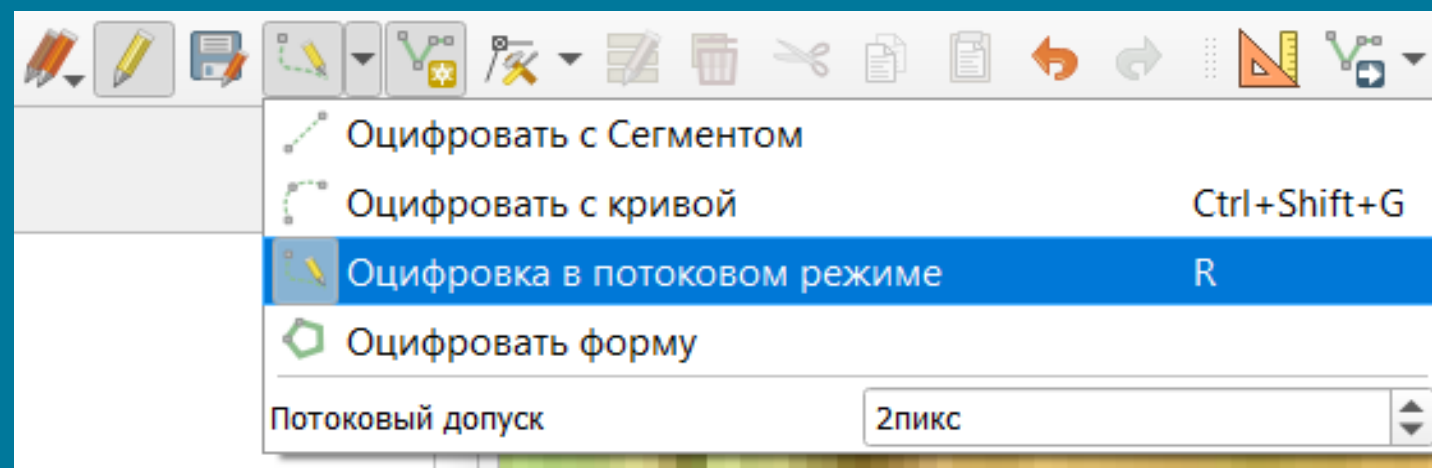
После окончания векторизации автодорог отключите исходный растр и проверьте, как выглядит изображение слоёв вашего проекта.



Слои проекта после настройки

24. Добавьте на карту таблицу горизонталей, переименуйте слой в «Горизонтали» и добавьте необходимые столбцы таблицы атрибутов (contour\_type для типа горизонтали, contour\_elevation для высоты).

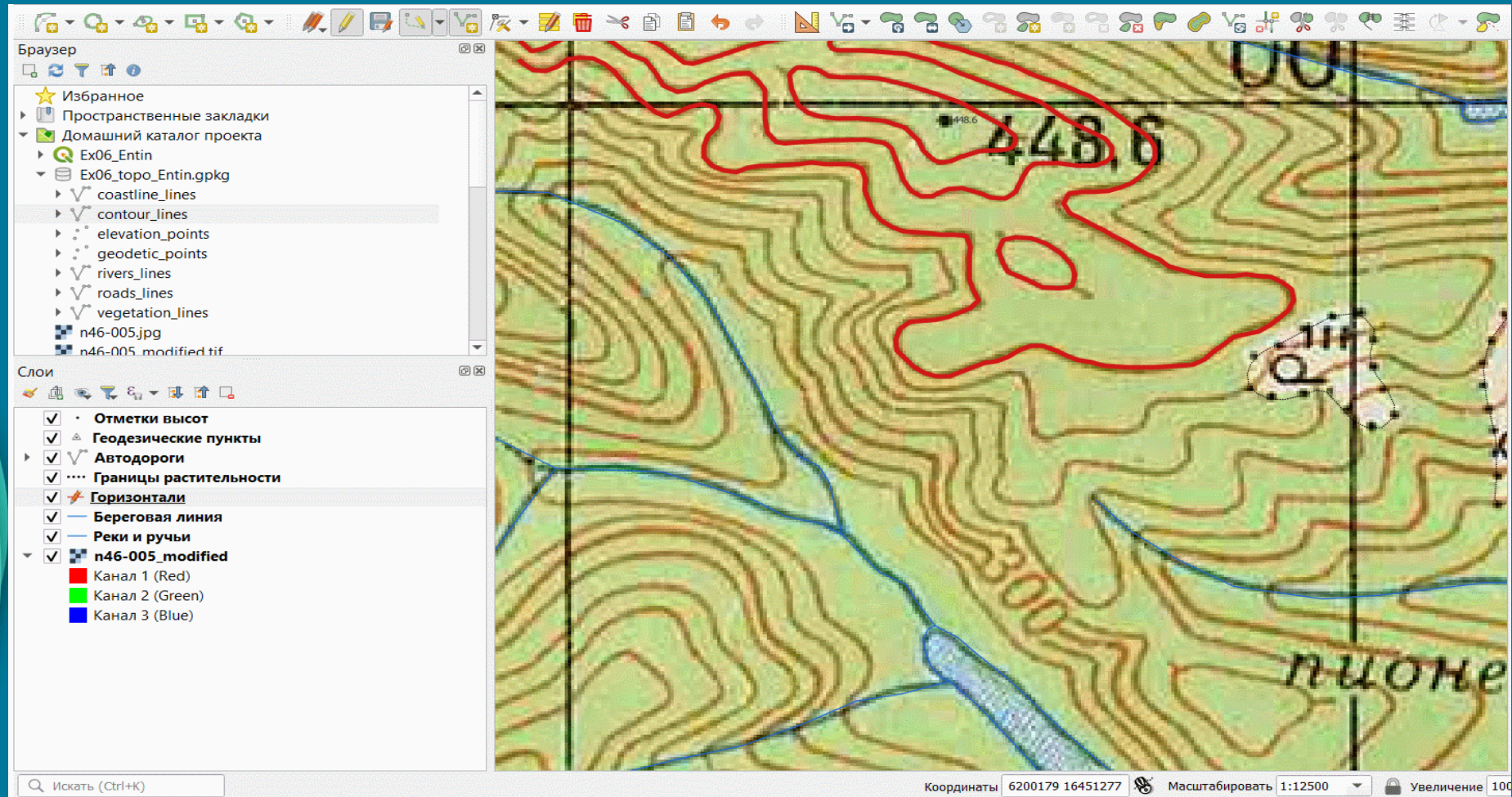
25. Отключите прилипание, затем в панели инструментов оцифровки переключитесь на опцию «Оцифровка в потоковом режиме» или нажмите клавишу R на клавиатуре.



Включение оцифровки в потоковом режиме



26. Векторизуйте горизонтали в пределах любого одного выбранного квадрата в потоковом режиме. Для этого установите курсор в стартовую точку, а затем медленно ведите курсор вдоль линии.



Векторизация линий водотоков с использованием прилипания

27. После окончания векторизации горизонталей настройте их внешний вид аналогично изображению топографических карт, за исключением подписей.

# Создание полигональных объектов

На нашем листе карты представлены следующие объекты полигональной геометрии:

- Площадные объекты гидрографии (водохранилище)
- Контур растительного покрова (леса)
- Здания и сооружения.

1. Создайте в файле GeoPackage три новых таблицы:


- `water_polygons` (водохранилище)
- `vegetation_polygons` (лесные массивы)
- `building_polygons` (застройка населённых пунктов)

Для таблиц `water_polygons` и `vegetation_polygons` установите тип геометрии «Полигональная» («Площадная»), для `building_polygons` — «Мультиполигон».

Для водохранилища и населённых пунктов предусмотрите поле строкового (текстового) типа для хранения названия. Не используйте `name` в качестве названия этого поля, поскольку это зарезервированная системная переменная. Лучше назвать поле `water_name` и `buildings_name` соответственно.

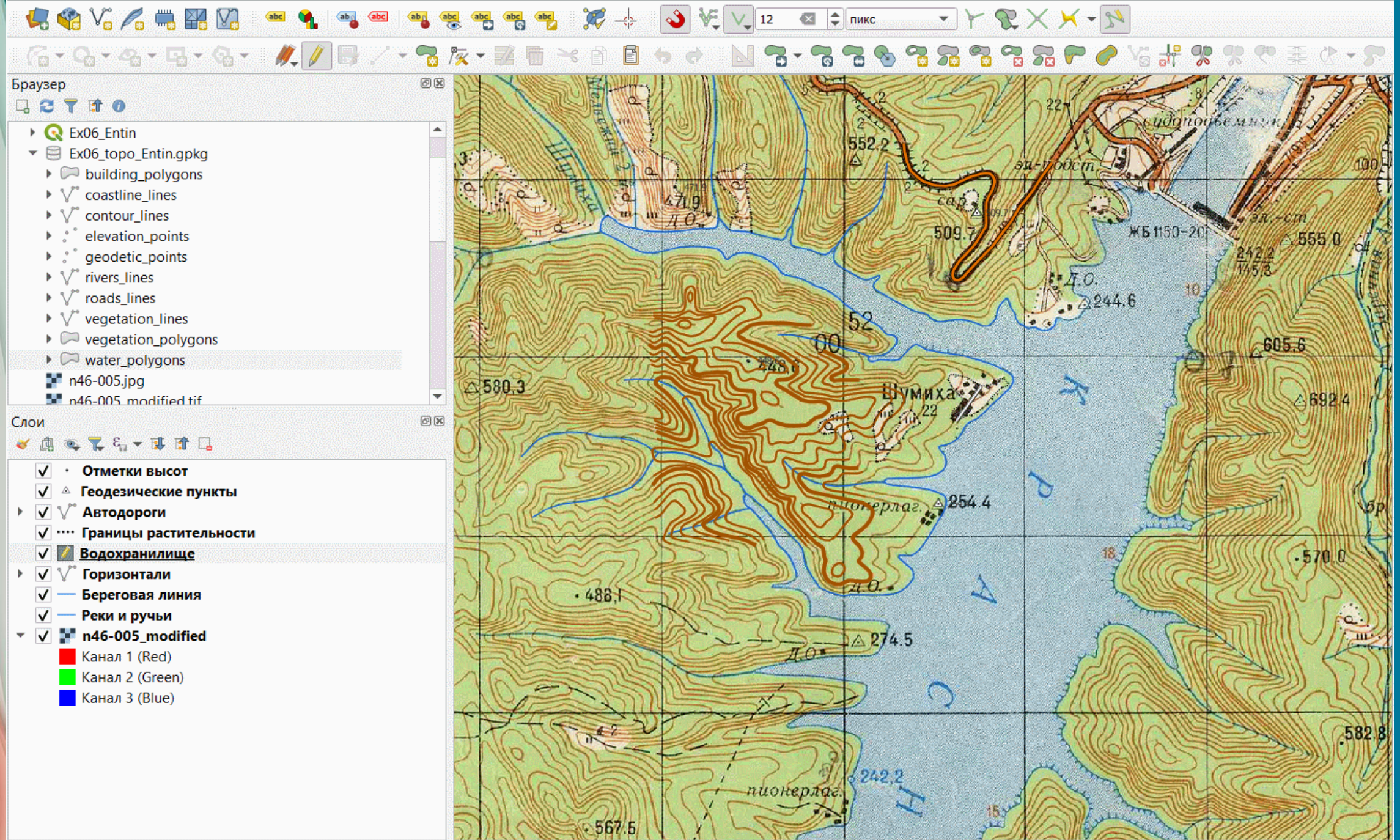


2. Добавьте таблицу векторных объектов гидрографии в проект и переименуйте слой в «Водохранилища».

3. Начните векторизацию водохранилища. На предыдущих шагах мы уже векторизовали береговую линию, поэтому сейчас при создании полигонального объекта нам нужно будет точно повторить существующий контур. Для решения этой задачи существует специальная функция трассировки (tracing), она включается с помощью кнопки «Включить трассировку» на панели инструментов прилипания ()

4. Включив трассировку, установите первый узел создаваемого объекта водохранилища на береговой линии за пределами целевых квадратов. Затем проведите курсором вдоль береговой линии и установите новый узел на некотором удалении от первого. Если трассировка включена, все промежуточные узлы будут расставлены автоматически. Повторите эту операцию столько раз, сколько нужно для векторизации контура водохранилища вдоль имеющейся береговой линии. Последний узел создаваемого полигона установите в акватории за пределами векторизуемых квадратов.



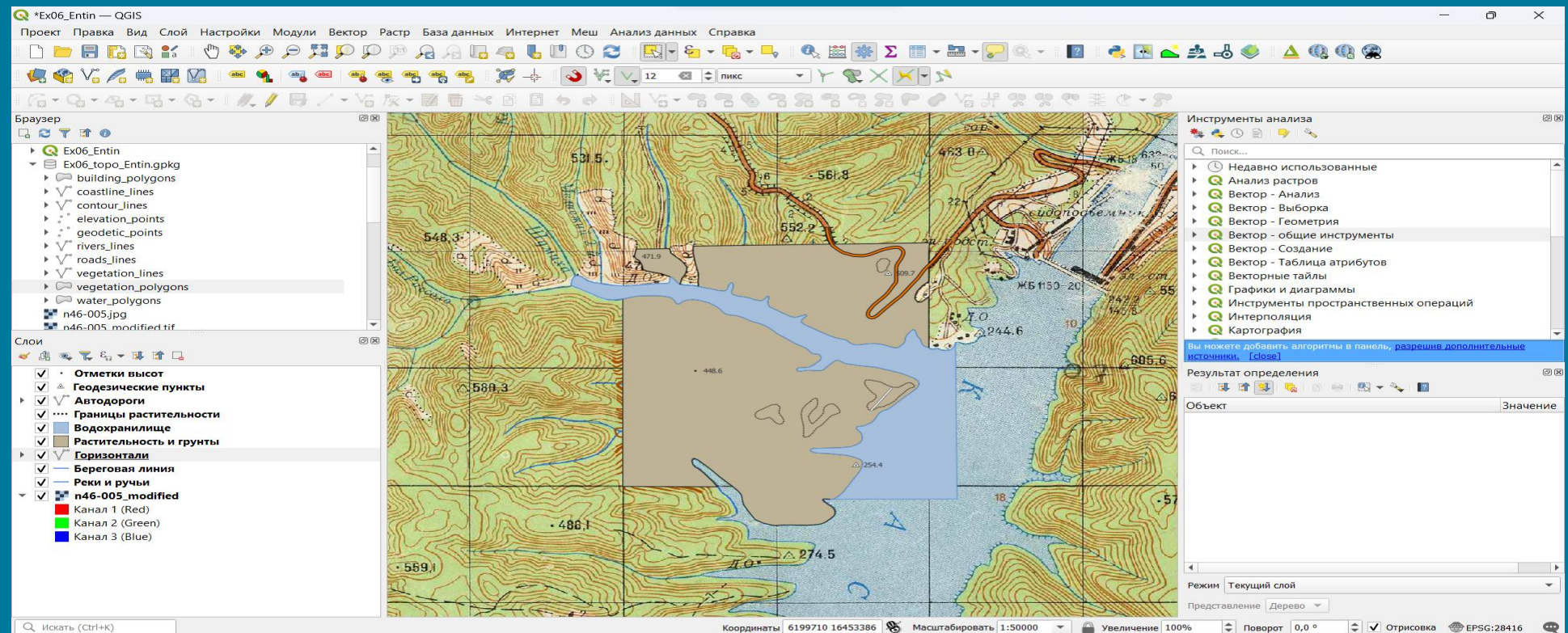




5. Сохраните правки в слое водохранилищ и измените символы слоя на максимально близкие к изображению топографической карты. Как и для горизонталей, не включайте подписи.


6. Добавьте в проект таблицу с контурами растительности. Переименуйте слой в «Растительность и грунты».

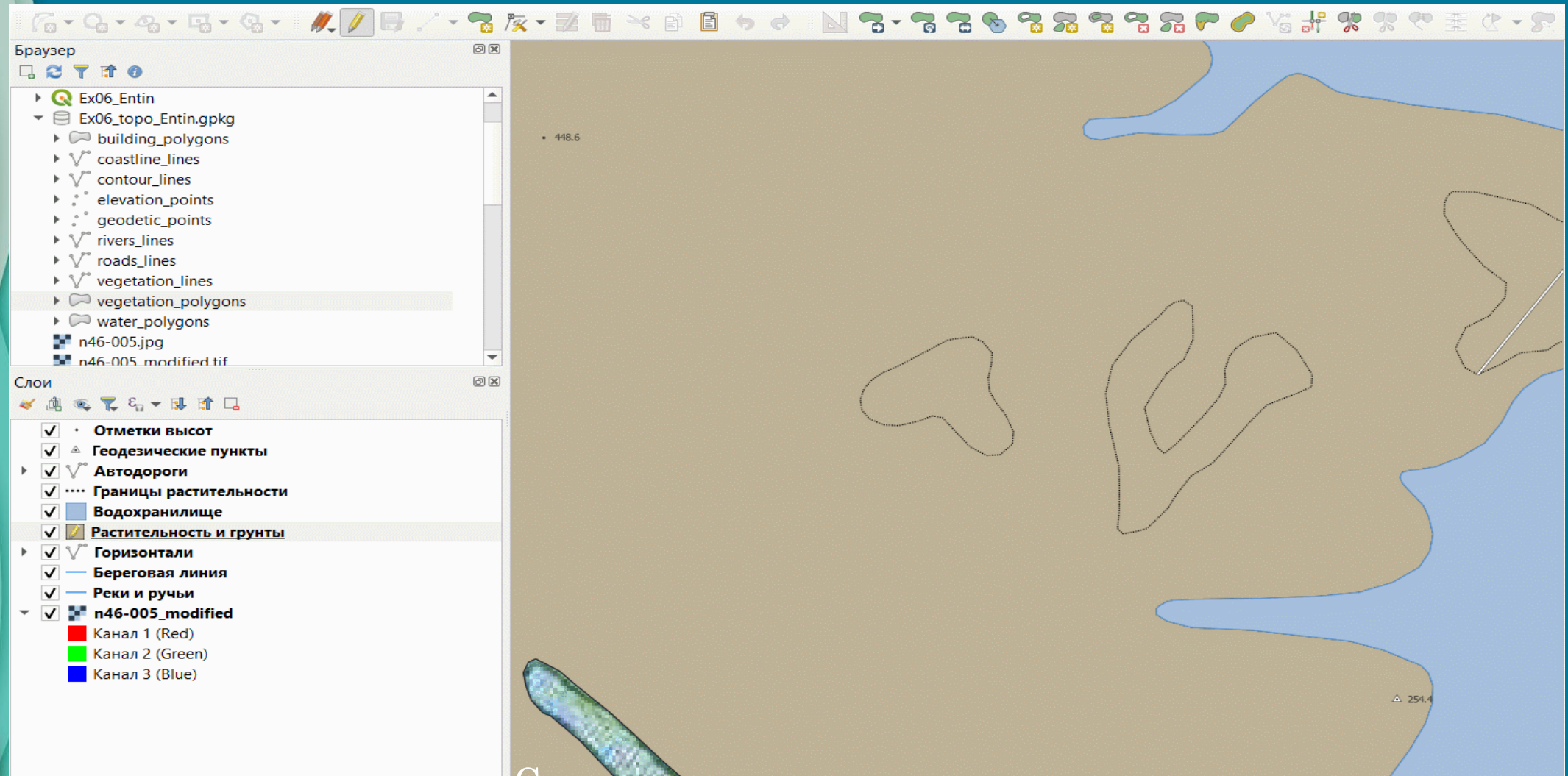
7. Используя уже известный вам инструмент трассировки, векторизуйте границы лесных массивов. В результате векторизации ваш проект должен принять вид:



Контура лесных массивов



8. Теперь мы удалим незалесённые фрагменты из полигонов лесных массивов, ориентируясь на границы растительности, оцифрованные ранее. Найдите на панели дополнительных инструментов оцифровки и включите инструмент «Добавить кольцо» (). Используя этот инструмент и включённую трассировку, очертите контур любой из «дыр» на участке, как показано на рисунке ниже:



Создание «дыр» в полигонах






9. Сохраните правки в слое растительности и измените символы слоя на максимально близкие к изображению топографической карты.

10. Отключите все слои, кроме исходного растра листа топографической карты.

11. Добавьте в проект таблицу со зданиями. Переименуйте слой в «Здания и сооружения»

12. Включите режим редактирования для слоя зданий и сооружений и отключите прилипание.

13. Векторизуйте самую крупную группу зданий в населённом пункте, подписанном как «Шумиха».



14. Теперь мы векторизуем другие группы зданий в том же населённом пункте, но сделаем это так, чтобы новые контура не образовывали новые объекты, а добавлялись к предыдущему (используем мультиполигональную геометрию). Для этого выберите созданное здание с помощью инструмента выборки (), а затем создайте новый фрагмент объекта с помощью инструмента «Добавить часть» () с панели дополнительных инструментов оцифровки. Векторизуйте таким образом все здания в этом населённом пункте.

15. Повторите аналогичные операции для других групп зданий в пределах векторизуемых квадратов. Каждая группа зданий должна быть самостоятельным объектом, все отдельные здания в пределах группы должны быть частями этого объекта.

16. Сохраните правки в слое зданий и сооружений и измените символы слоя на максимально близкие к изображению топографической карты. Настройте подписи объектов.

# Поиск и коррекция ошибок

После векторизации (ручной, автоматической и т.п.) выполняют поиск и корректуру ошибок.

В общем случае работают в следующем порядке:

1. Поиск и коррекция ошибок геометрии объекта (аномалий). Ищутся и устраняются такие ошибки, как самопересечения, повторяющиеся вершины (точка на точке), вырожденные (в точку) объекты и др.

2. Поиск и коррекция ошибок геометрии внутри слоя:

- недолеты, перелеты (рис. 1);
- висячие узлы для полилиний, из которых будут собираться полигоны (рис. 1);
- пересечения;
- несовпадающие узлы (когда узлы/вершины разных объектов находятся близко, но не стыкуются);
- и т.п.

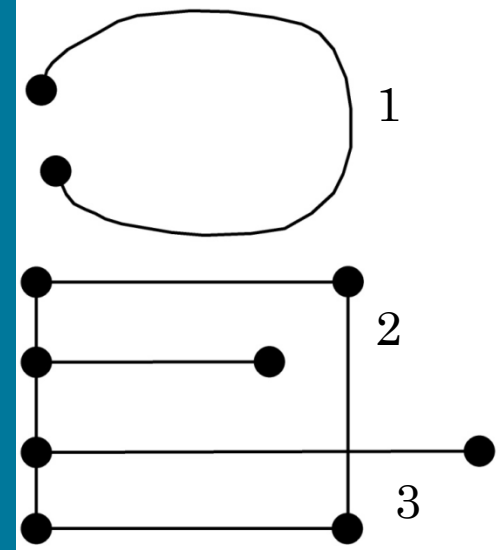


Рисунок 1

1. Незамкнутый полигон
2. «Недолёт»
3. «Перелёт»



# Исправления таких ошибок возможны следующим образом:

В случаях  
«недолётов»



узел передвигается или  
«присоединяется» к объекту,  
с которым он  
должен быть соединен.

В случаях  
«перелётов»




исправляются определением  
должной точки  
пересечения и «обрезанием»  
линии так, чтобы она  
соединялась там, где следует.

Участки с  
висячими  
узлами



либо удаляются, либо  
замыкаются до нормальных  
узлов.



В местах  
пересечений



ставятся вершины или  
объекты разрезаются.

Несовпадающие  
узлы/вершины



при необходимости  
соединяются или стыкуются.



3. Поиск и коррекция ошибок геометрии между слоями.

Выполняют аналогично предыдущему этапу.

В процессе поиска ошибок часто требуется задать размер или радиус поиска. При меньшем радиусе будут обнаружены не все ошибки, при большем радиусе обнаруживаются ситуации, не являющиеся ошибками. Поэтому рекомендуется брать радиус поиска большего размера, и, когда среди найденного перестанут попадаться ошибки, поиск данной ошибки можно прекратить.

Многие ГИС позволяют выполнять автоматическое исправление найденных ошибок. Автоматическое исправление часто может привести к появлению новых ошибок, поэтому пользоваться им рекомендуется только с особым контролем результатов. Перед началом автоматического исправления необходимо убедиться, что найденные ошибки действительно являются ошибками, а не результатом завышенного радиуса поиска и т.п.



# Идентификация и ввод атрибутивных данных

В случае если в ГИС атрибутивная таблица не создается одновременно с графическим слоем, необходимо выполнить идентификацию объектов — присвоение уникальных целочисленных номеров каждому объекту слоя. После идентификации проверяется количество проставленных идентификаторов и количество объектов слоя, ищутся объекты без идентификаторов. Для описания векторных объектов используются атрибутивные данные.

Таблица атрибутов — это представление базы данных, связанной с набором пространственных объектов. База функционирует по общим правилам реляционной базы данных: каждый объект представляется одной «строкой», в каждом столбце (поле) одному объекту соответствует одно значение. Атрибуты играют важную роль в геоинформационных системах. На их основе происходит визуализация данных, также они участвуют в большинстве операций пространственного анализа.

ГИС-приложение связывает атрибутивные записи с геометрией объектов так, что можно быстро находить записи в таблице, выбирая объекты на карте, и наоборот — находить объекты на карте, выбирая записи в таблице.

Для того, чтобы записи отображались сперва необходимо создать форму таблицы, а затем заполнить необходимую атрибутивную информацию.

Создание таблицы выполнялось через окно «Свойства слоя», которое было вызвано нажатием правой кнопки мыши на необходимый слой. На боковой панели была выбрана строка «Поле». Чтобы можно было производить изменения с таблицей, данный слой был сделан редактируемым с помощью кнопки «Режим редактирования».

В ходе экспортирования в слое появилось много полей, некоторые из которых не нужны для последующей работы. С помощью кнопки «Удалить поле» удалили ненужные поля.

После этого с помощью кнопки «Новое поле» были созданы поля согласно заданию. Каждое поле в атрибутивной таблице содержит определенный тип данных – целое число (integer или integer 64 бит), десятичное число (real), текст (strings), дата. У каждого поля было задано свое имя, тип данных и длина (рис. 2).

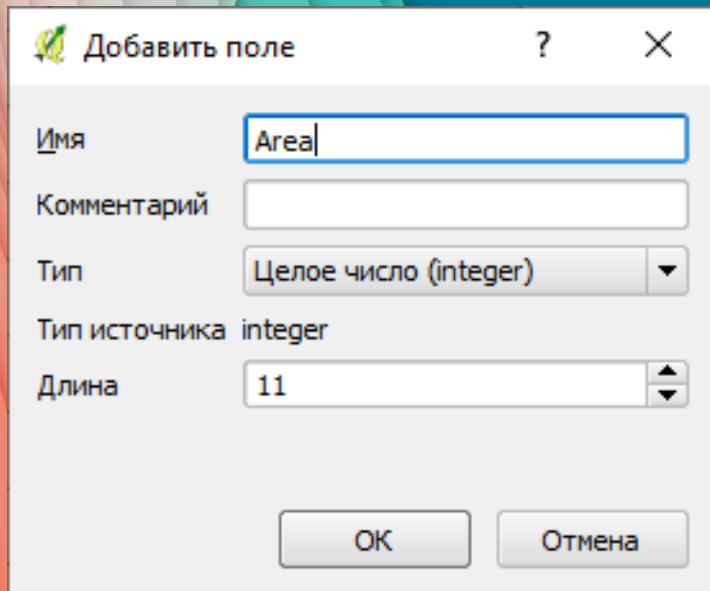


Рисунок 2 – Окно «Добавить поле»<sup>2)</sup>.

Для слоя «Помещения» были созданы следующие поля, представленные на рис. 3.

Свойства слоя — Помещения | Поля

Форма редактирования: Создавать автоматически

Функция инициализации

Поля

ID /	Имя	Элемент редактирования	Псевдоним	Тип	Описание типа	Размер	Точность	Комментарий	WMS	WFS
123 0	Id	Текстовое поле	Номер	qlonglong	Integer64	11	0		✗	✗
1.2 1	Area	Текстовое поле	Площадь	double	Real	27	15		✗	✗
abc 2	Nazvanie	Текстовое поле	Название	QString	String	100	0		✗	✗
123 3	Type	Текстовое поле	Тип	int	Integer	3	0		✗	✗
123 4	Korpus	Текстовое поле	Корпус	int	Integer	3	0		✗	✗
123 5	Etag	Текстовое поле	Этаж	int	Integer	3	0		✗	✗
123 6	Nomer	Текстовое поле	Номер	int	Integer	2	0		✗	✗
123 7	Kol_okon	Текстовое поле	Количество окон	int	Integer	3	0		✗	✗
123 8	Kol_dverei	Текстовое поле	Количество дверей	int	Integer	3	0		✗	✗
123 9	Kad_nomer	Текстовое поле	Кадастровый номер	int	Integer	3	0		✗	✗
123 10	Sostoyanie	Текстовое поле	Состояние	int	Integer	2	0		✗	✗
123 11	Podrz_kod	Текстовое поле		qlonglong	Integer64	10	0		✗	✗
abc 12	Podrz_name	Текстовое поле		QString	String	100	0		✗	✗
123 13	Vmestimost	Текстовое поле	Вместимость	int	Integer	3	0		✗	✗

Отношения


Отключить форму ввода атрибутов для каждого создаваемого объекта По умолчанию

Стиль

OK Отмена Применить Справка

Рисунок 6 – Пример полей, созданных для слоя «Помещения»





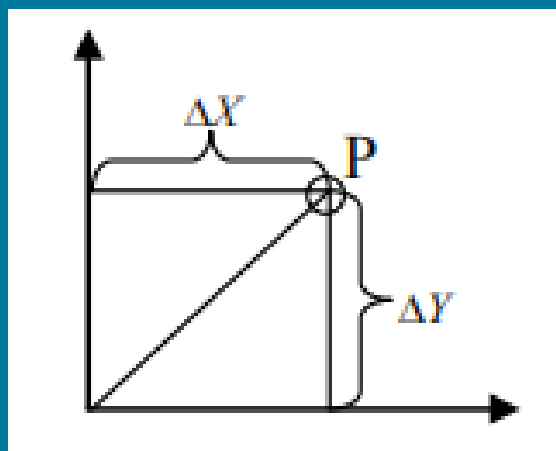
Для каждого объекта слоя в таблице заполняются атрибуты с проверкой соответствия объекта слоя и записи в таблице атрибутов. Атрибуты могут вводиться путем выбора объекта на карте через окно информации (или через таблицу в выбранной записи данного объекта), или напрямую в таблицу атрибутов с подсветкой объекта на карте для проверки

# Картографические проекции. Трансформация координат

## Общие системы координат

Координаты используются для указания местоположения на земной поверхности. Можно выделить следующие основные системы координат (СК):

1. Декартова (плоская) система координат (рис. 3). Расстояние рассчитывается по формуле (1).



$$D = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2} \quad (1)$$

$$D = |\Delta X| + |\Delta Y|. \quad (2)$$

Рисунок 3 – Декартова система координат

Расстояние также может вычисляться в так называемой метрике Манхеттен (определяют сумму длин прямолинейных отрезков, параллельных осям x и y) по формуле (2):

2. Полярные координаты (плоская система координат). Данная СК отображена на рис. 4. Используется в геодезических построениях (полярный метод).

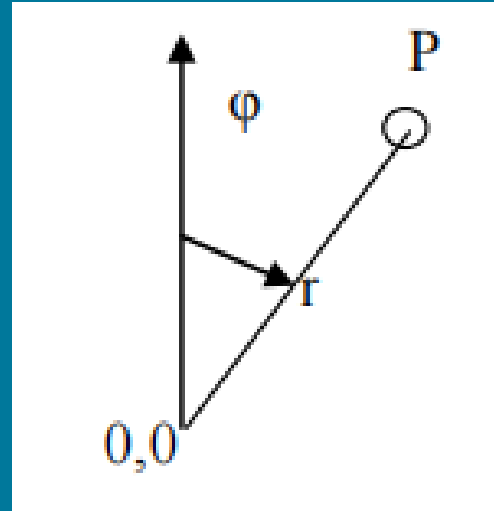


Рисунок 4 – Полярная система координат

При переходе к прямоугольной системе координат приращения вычисляют по формулам (3,4):

$$dX = r \cdot \cos \varphi \quad (3)$$

$$dY = r \cdot \sin \varphi \quad (4)$$



### 3. Геодезические сферические координаты (рис. 5).

В геодезической эллипсоидальной системе координат используется референц-эллипсоид в качестве модели Земли. За основную плоскость отсчёта принимается плоскость экватора. Положение точек на поверхности эллипсоида определяется геодезическими координатами: геодезической долготой  $L$  и геодезической широтой  $B$ .

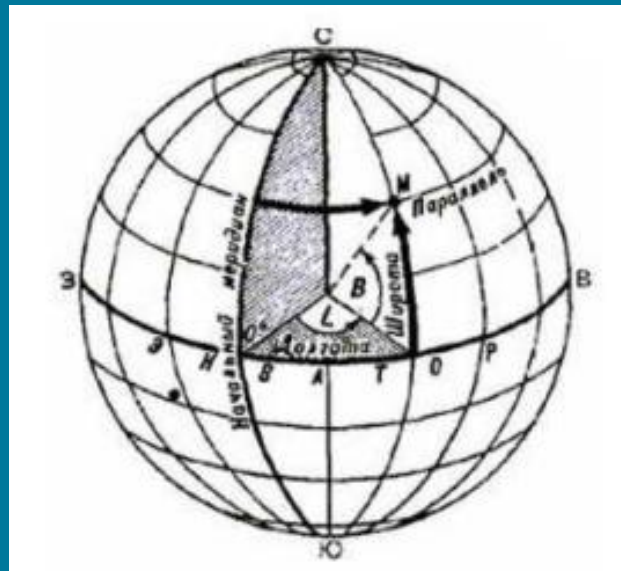


Рисунок 5 — Сферическая система координат

# Хранение координат в ГИС

Координаты могут храниться в виде десятичных чисел, вещественных или в виде целых чисел. При использовании целых чисел могут применяться дополнительные характеристики, показывающие положение десятичных точек в

заданных единицах измерения.


Если координаты заданы десятичными числами, бывают случаи, что при экспорте-импорте знаки после (,) теряются. В векторной модели точность представления цифр ограничена только возможностями аппаратных средств.

Также необходимо правильно задать тип данных:

— целочисленное

— вещественное (одинарной или двойной точности)

— десятичное, указывается количество знаков всего и количество знаков после запятой



Количество значимых десятичных чисел должно определяться точностью исходных данных (в зависимости от масштаба исходной карты и др.). Часто в ГИС данные хранятся при большей разрядности, чем исходная точность.

Многие координаты могут включать дополнительные цифры (номера зон проекции). Необходимо учитывать требуемое количество разрядов. Широты и долготы измеряются в градусах, минутах и секундах, что не соответствует компьютерному представлению. В компьютере они хранятся в виде десятичных чисел, как правило, в градусах с необходимыми знаками после запятой ( $50^{\circ} 30' \rightarrow 50.5^{\circ}$  ).



# Картографические проекции

При использовании картографической проекции происходит математическое преобразование географических координат сферы (эллипсоида) в прямоугольные координаты плоскости.

Например, для проекции Меркатора:

$$x = L, y = \ln \operatorname{tg} \left( \frac{\pi}{4} + \frac{B}{2} \right)$$

Часто исходные карты имеют разные проекции, что делает необходимым трансформирование одной или нескольких карт для обеспечения совместимости координат объектов.

При переходе от криволинейной поверхности к плоской происходит искажение углов, площадей, направлений, форм и расстояний в одной проекции.

Нельзя убрать все искажения одновременно. Обычно по одному из параметров, добиваясь минимального искажения, по другим искажение получается более значительным.




Можно выделить следующие основные виды проекций:

- равноугольные (конформные) – отсутствуют искажения углов;
- равновеликие (равноплощадные, эквивалентные) – отсутствуют искажения площадей;
- равнопромежуточные – искажаются углы, площади и длины линий, сохраняются относительные расстояния для одной или нескольких точек.

На территории РФ при разработке крупномасштабных карт используют равноугольную поперечно-цилиндрическую проекцию Гаусса-Крюгера. Для задания этой проекции в ГИС задаются следующие параметры:

- долгота осевого меридиана;
- широта исходной параллели (или две граничных широты);
- смещение зоны по оси X (500 000 м);
- масштабный коэффициент по осевому меридиану (равен 1);
- могут задаваться координаты границ объектов карты (экстремумы).



Во многих современных ГИС существует возможность работать с проекциями. Как правило, внутренние координаты в ГИС хранятся в прямоугольной системе координат (карты отображаются на плоскости — мониторе), другие проекции при необходимости перевычисляются и отображаются на экране. Если у двух слоев заданы проекции, то современные ГИС позволяют отобразить их вместе в одном окне карты в одной проекции. В данном случае преобразование проекции выполняется «на лету». ГИС позволяют задавать системы координат. Как правило, они задаются и хранятся в отдельном файле, при работе используются основные типы проекций и их параметры. Также задаются параметры эллипсоидов.



# Трансформация координат

Выделяют два основных вида трансформации слоев ГИС:

1. Трансформация координат (плоские, декартовы);
2. Трансформация проекции (необходимо задать параметры исходной проекции и параметры выходной проекции).

Типы трансформации координат:

- 1) Сдвиг, поворот, масштабирование. Минимальное количество точек – 2. На рис. 6 представлен пример такого преобразования.

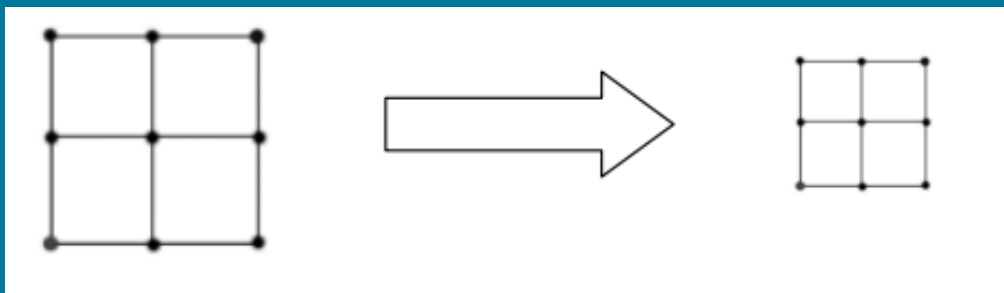


Рисунок 6 – Преобразование координат первым типом трансформации

2) Аффинные. Минимальное количество точек – 3. Аффинная трансформация представляет собой преобразование плоскости. В процессе выполняется сдвиг, поворот и масштабирование. На рис. 7 показан пример такого преобразования.

3) Полиномиальные ( $y=ax^2+bx+c$ ). Полиномы могут быть разных порядков, чем больше степень, тем больше число минимальных точек. При преобразовании происходит неравномерное искажение. Основные полиномиальные преобразования показаны на рис. 8

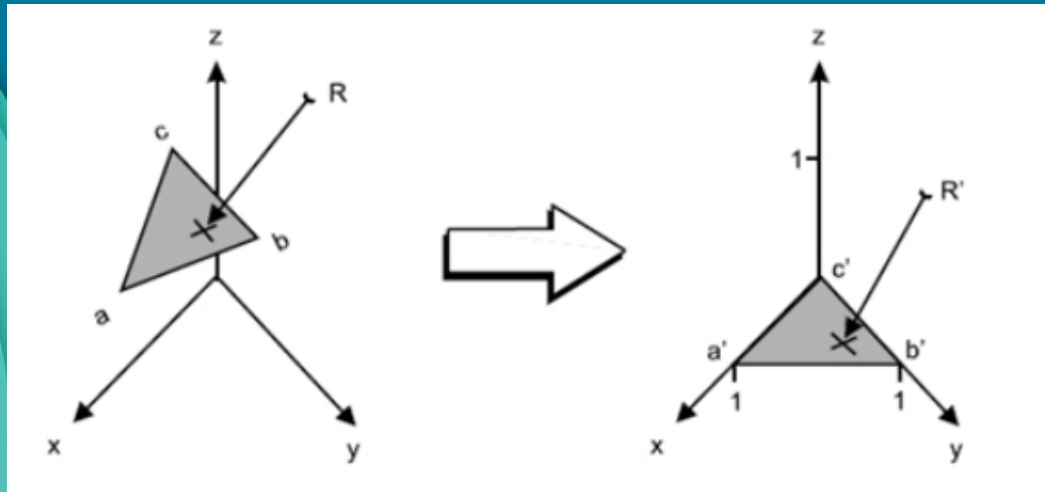


Рисунок 7 – Аффинные преобразования треугольника

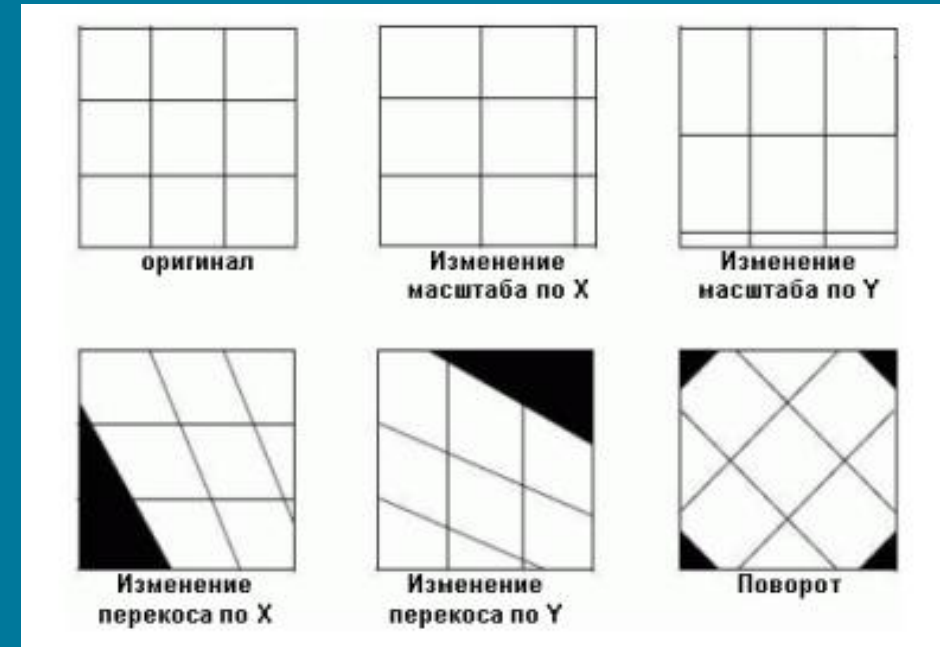


Рисунок 8 – Полиномиальные преобразования

4) Локально-аффинные (рис. 9). Каждая точка преобразования трансформируется в указанное место. Все, что расположено между точками, растянется или сожмется. Если в точках присутствует ошибка, она полностью войдет в результат трансформации. Поэтому требуется доскональная проверка точек и результатов трансформации.

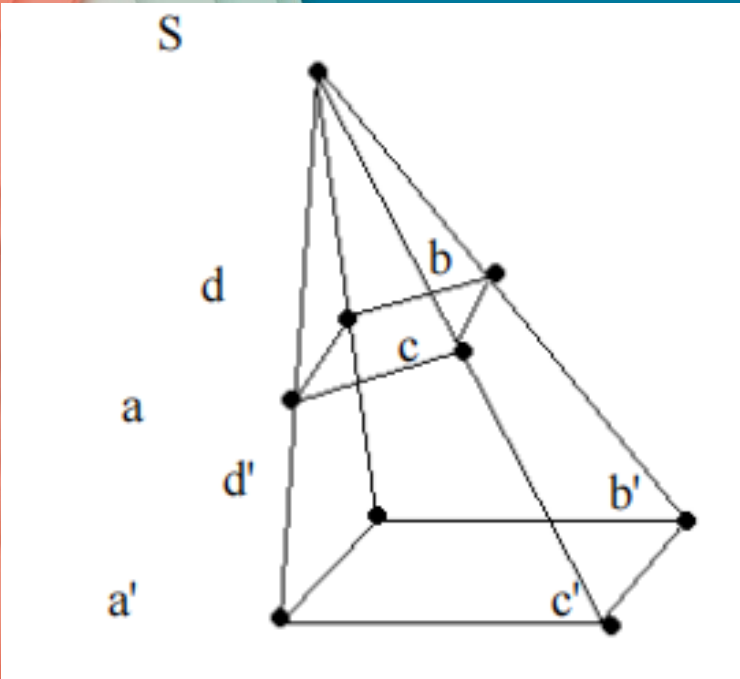


Рисунок 10 – Проективное преобразование

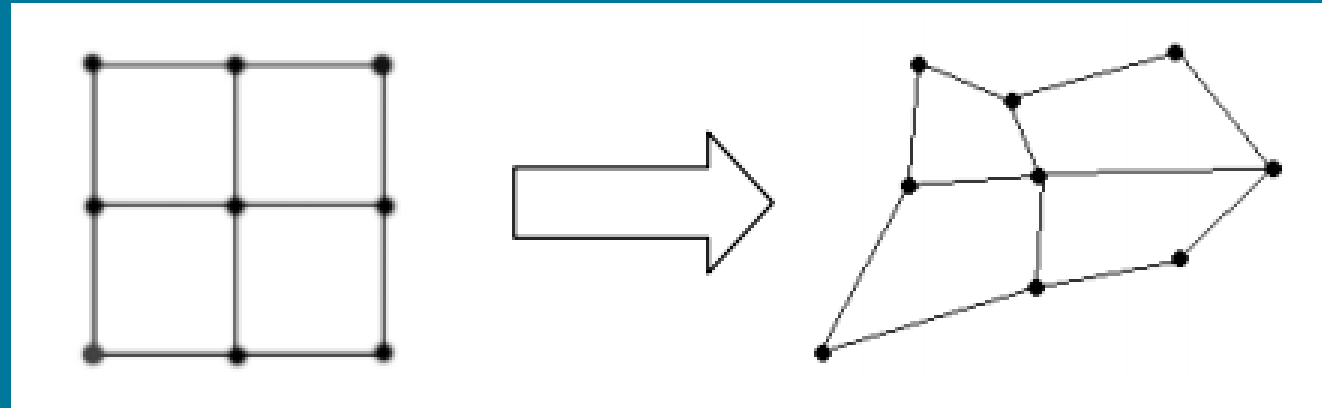


Рисунок 9 – Локально-аффинные преобразования

5) Проективные (минимум 4 точки). В основном используется для трансформации аэрофотоснимков. На рис. 10 представлен пример такого преобразования. Рекомендуется чаще использовать аффинное преобразование. Проективное рекомендуется использовать только при проецировании. Для расчета оценки точности необходимо задать количество точек, превышающее минимальное. При трансформации растра, как правило, выполняется пересчет сетки пикселей. В результате создается новый растр.