

Использование QGIS при работе в геологической отрасли

Пособие для студентов геологических специальностей

Кондратьев М. Н., Колегов П. П.

v.0.1.1-37-gb74193a

Содержание

Установка QGIS	1
Открытие существующего проекта	3
Редактирование стиля отображения слоя	5
Проекции	6
Оформление внешнего вида и создание макета карты	11
Масштабирование или увеличение	11
Геологические границы	12
Выходы горных пород на дневную поверхность	13
Подпись полигонов	17
Создание макета	22
Создание и редактирование проекта:	27
Создание слоев	27
Точка, линия, полигон	29
Этапы оцифровки геологической карты	31
Привязка карты	31
Подготовка проекта перед оцифровкой.	35
Настройка проекции	35
Настройка прилипания	35
Оцифровка геологических границ	36
Постройка полигонов из линий	38
Непосредственно оцифровка геологических границ	40
Как подписывать границы в поле “type”?	43
Подписывание типов линий через таблицу атрибутов	43
Установка атрибутов у полигонов	45
Продвинутые технологии работы с Qgis	47
Создание GeoPackage файлов (баз данных) и работа с ними	47
Создание GeoPackage	47
Добавление нового слоя (таблицы) в GeoPackage	48

Добавление уже имеющегося слоя в GeoPackage	50
Сохранение стиля оформления слоя в GeoPackage . . .	50
Настройка отношений и связей баз данных или как пра- вильно привязывать образцы	51
Создание уникального идентификатора поля родителя	52
Настройка Отношений	54
Добавление образцов	55
Оформление окна ввода данных при создании объектов	56
Оформление окна ввода данных – автозаполнение зна- чений	58

Установка QGIS

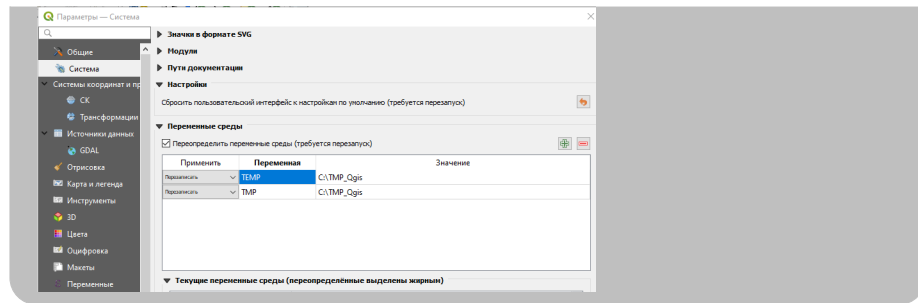
Для установки QGIS достаточно скачать с официального сайта установочные файлы: <https://qgis.org/ru/site/forusers/download.html>. Есть возможность установки программы на Windows, MacOS, Linux. В случае выбора установочного файла для Windows (что происходит в большинстве случаев) есть выбор скачать установщик OSGeo4W или скачать автономный установщик. Рекомендуется скачивать автономный установщик для версии с долгосрочной поддержкой (LTS, сокращение от Long Time Support). Это всегда самая стабильная версия на текущий момент в которой присутствуют хорошо отлаженные функции, и для которой авторы обещают оказывать поддержку в течение длительного времени.

Windows пользователям

Если вы используете ОС Windows и у вас Пользователь (Login) системы написан русскими буквами, сделайте переопределение папки для временных файлов. В противном случае у вас не будут работать скрипты Qgis (GDAL, GRASS и др.).

Создайте в корне диска C: (или другого диска) папку TMP_Qgis . Далее в Qgis пройдите по основному меню во вкладку Установки - Параметры , во вкладке Система в пункте Переменные среды поставьте галочку Переопределить переменные среды , и добавьте две переменные TEMP и TMP со значениями C:\TMP_Qgis (или другой путь к папке сохранения временных файлов, в которой отсутствуют русские буквы). Нажмите Ок , и перезапустите QGis.

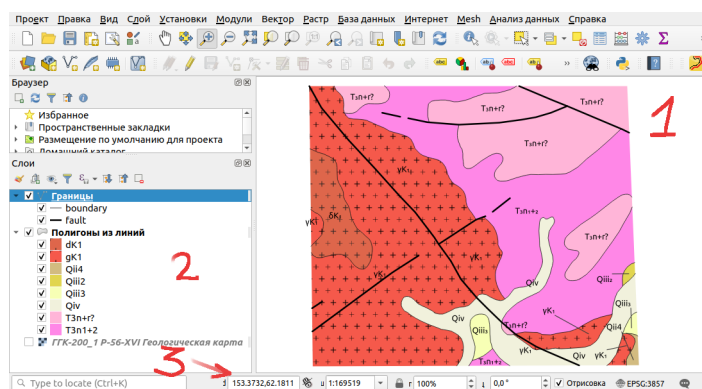
Пример настройки приведён в скриншоте ниже.



Открытие существующего проекта

Проект **QGIS** обычно состоит из множества файлов, которые удобнее хранить в одной директории.

По ссылке можно скачать пример проекта содержащего векторизованную геологическую карту масштаба 1:200000. Распаковав архив в директории среди множества файлов можно найти файл **project.qgz**. Файлы с расширением **.qgz** являются файлами проекта **QGIS**. Открыть проект можно двойным щелчком по файлу, что запустит программу **QGIS** с выбранным проектом. Альтернативным способом открытия проекта является запуск программы **QGIS** с последующим выбором в меню **Проекты** команды **Открыть...**



В основной области (1) можно видеть карту, составленную из слоев, подключенных к проекту. Слева расположена панель слоев (2), в которой перечислены все слои, подключенные к проекту. В строке состояния под основной областью можно видеть координаты точки (3), на которую указывает курсор в настоящий момент. Если подви-

гать курсор над основной областью, можно увидеть как закономерным образом меняются координаты.

Десятичные градусы

Использование географических координат в ГИС сопряжено с определенной путаницей в представлении долей градуса. В географии принято разбивать градус на 60 минут, а каждую минуту разбивать на 60 секунд. Такое деление имеет свои преимущества, например, потому что 60 легко делится на 2, на 3, на 4, на 5, на 6 и на 10. В ГИС, в свою очередь, приняты стандартные математические правила деления координат на десятичные (сотые, тысячные, и т.д.) доли. Такой формат представления координат называется “десятичные градусы”.

При работе с географическими координатам частой ошибкой является попытка записи координат, например, “1 градус 30 секунд” как “1.30”. 30 секунд это половина градуса, поэтому правильной величиной будет 1.5 градуса.

Для перевода градусов из формы, заданной в минутах и секундах в десятичные доли, используется простая формула:

десятичные градусы = целое число градусов + (кол-во минут / 60) + (кол-во секунд / 3600)

Перемещать фрагмент карты, отображаемый в основной области, можно с помощью клавиш клавиатуры со стрелочками. Если больше нравится использовать мышку, то можно воспользоваться инструментом **Прокрутка карты** на панели инструментов.

Для изменения масштабов карты достаточно покрутить колесо мыши. Более точно установить масштаб можно воспользовавшись инструментами изменения масштаба на панели инструментов.

Выполните самостоятельно

1. Измените масштаб отображения так чтобы на карте был размещен крупный интрузивный массив.
2. Оцените координаты центра массива.
3. Измените масштаб так, чтобы в основной области была размещена вся карта.

Обратимся к списку слоев на панели слева. Слои расположены в списке вертикально друг под другом, и позиция каждого слоя в списке соответствует порядку отображения слоя на карте. Слои выше

перекрывает при отображении слой ниже. Перемещать слои выше или ниже в списке слоев можно, перетаскивая их мышью. Слева от каждого слоя находится флажок, отвечающий за отображение слоя на карте. Щелкая по флажку можно включать и выключать отображение каждого слоя.

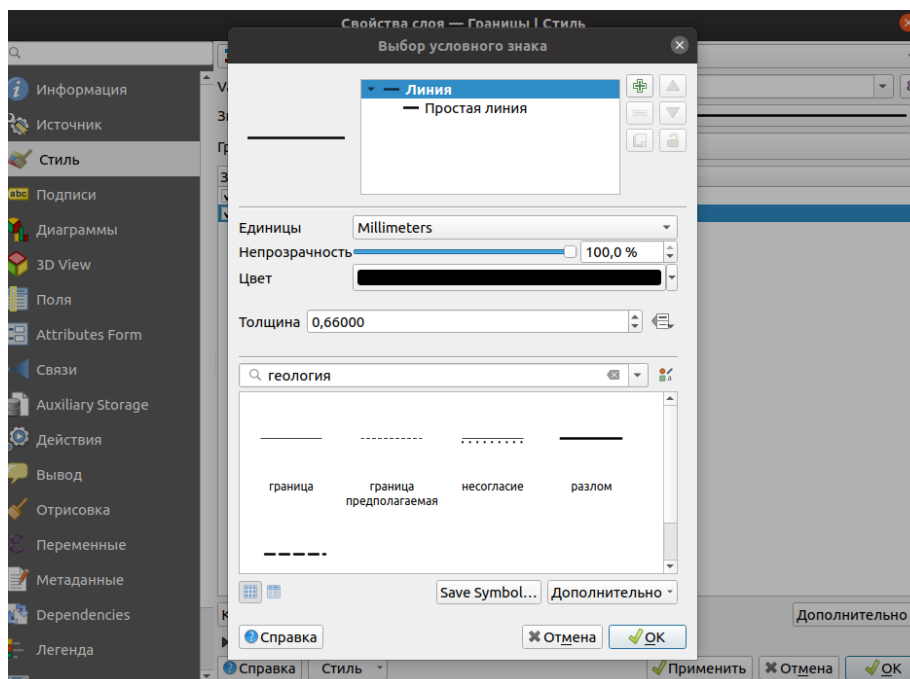
Выполните самостоятельно

1. Переместите слой **Полигоны из линий** так, чтобы он перекрывал слой **Границы**.
2. Отключите отображение всех слоев, кроме слоя **границы**.
3. Верните положение слоев обратно, и включите отображение всех слоев.

Редактирование стиля отображения слоя

Двойной щелчок по имени слоя в списке слоев открывает окно свойств слоя. Более длинный путь – левый клик по имени слоя и выбор пункта **Свойства...** в открывшемся меню.

В окне свойств слоя на вкладке **Стиль** расположены настройки стиля отображения. Настройки несколько меняются в зависимости от типа векторного слоя (точки, линии или полигоны), но в общем случае у вас есть возможность установить цвет, размер маркера (для точечных данных), толщину и тип линии (для линий), для полигонов также добавляется возможность установления цвета заливки полигона. Возможности по настройке стиля векторных слоев в **QGIS** достаточно богаты, но для простых случаев способ изменения цвета и толщины линии достаточно очевидны.



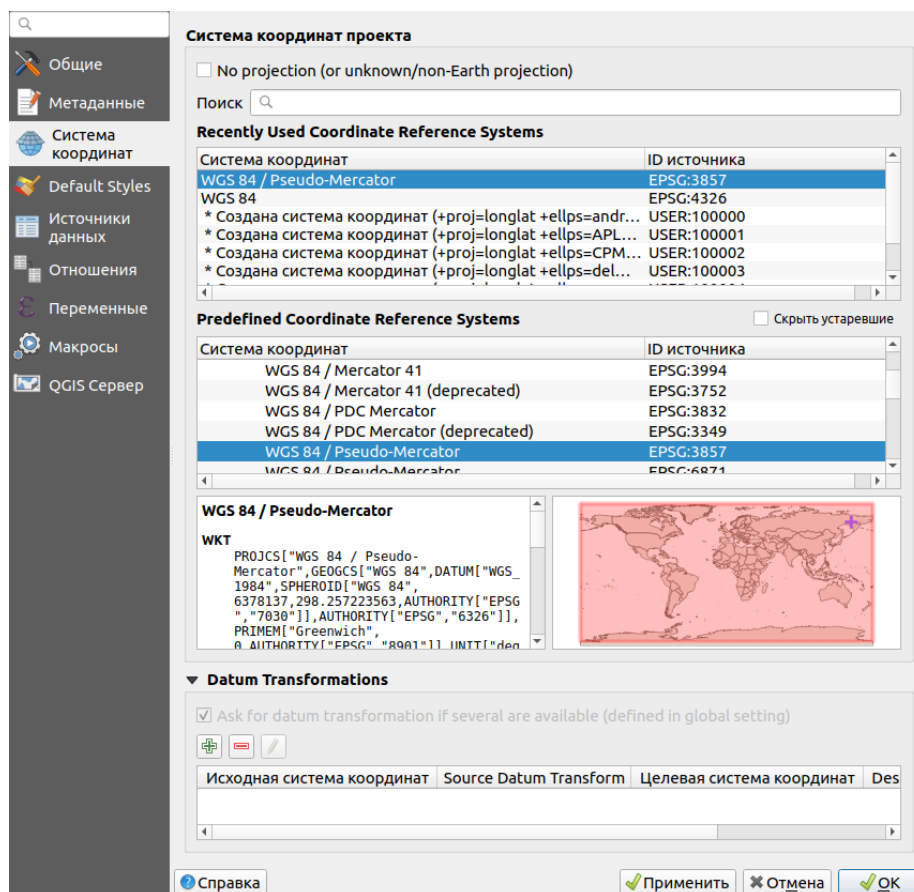
Выполните самостоятельно

1. Установите толщину геологических границ равной 1 px.
2. Установите толщину разломов равной 4 мм.
3. Раскрасьте полигоны, обозначающие гранитные интрузии в желтый цвет.
4. Установите размер маркеров обозначающих граниты в 1 см.

Проекции

В правом нижнем углу подписан EPSG-код текущей системы координат, используемой для отображения данных. Кликнув по надписи откроется окно с обширным списком систем координат. Для поиска необходимой системы координат удобно пользоваться строкой поиска. После выбора новой системы координат нажмите на кнопку **Ok** и посмотрите как изменилось отображение данных. Обратите внимание на то, что изменение системы координат меняет только способ их отображения не внося изменения в сами данные. **QGIS** позволяет работать со слоями с разными системами координат, преобразуя их на лету. Нужно различать систему координат слоя, и систему координат, в которой данные отображаются

в проекте. Об этом важно помнить при работе в проекте с данными в разных системах координат, поскольку при выполнении некоторых функций QGIS могут возникать ошибки, связанные с неверной системой координат в самих данных. Для их устранения потребуется трансформировать данные в слоях с изменением системы координат и созданием новых слоев. Простого изменения системы координат при отображении будет недостаточно.



Что такое проекции, системы координат и ESPG-код?

Планета Земля имеет объем, и её поверхность представляет собой геоид. Это приводит к очевидной проблеме при отображении криволинейного участка поверхности Земли на плоскости листа карты (или монитора).

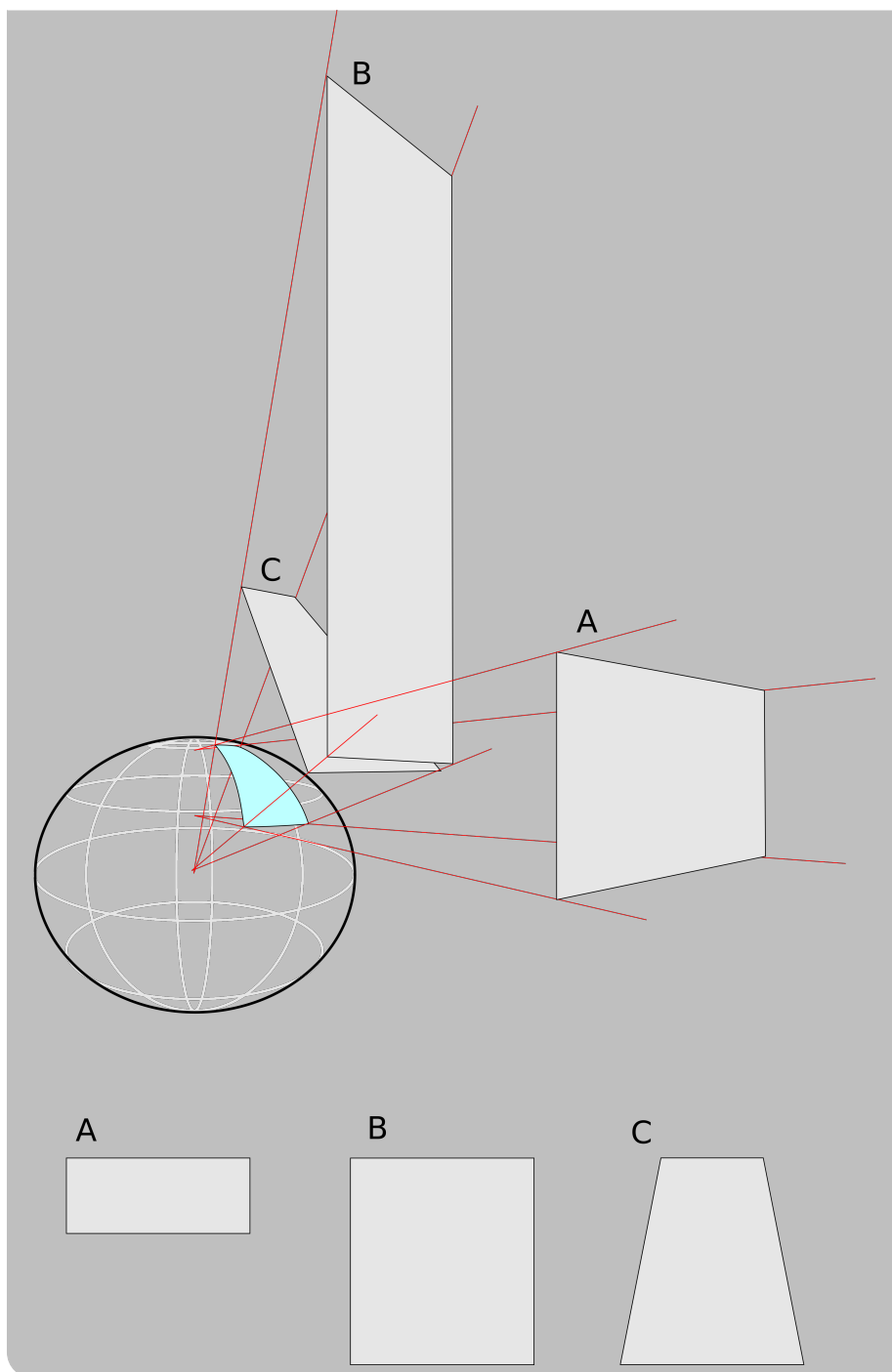
Есть множество разных вариантов проецирования поверхности геоида на плоскость, но каждый из этих способов неизбежно

приводит к внесению искажений. На рисунке ниже показан участок на поверхности геоида и три варианта его отображения на плоскости.

Система координат - это способ определения положения точки. Географическая система координат (долгота и широта, измеряемая в градусах) задает положение точки на поверхности геоида. Прямоугольная система координат (x и y, измеряемые в метрах) задает положение точки на плоскости.

Способ, которым из координаты из географических переводятся в прямоугольные и обратно, называется проекцией. Существует множество разных проекций. В окне выбора системы координат QGIS приведен большой список систем координат, которые можно использовать в проекте. Каждая система координат обладает уникальным кодом EPSG, зная его вы можете быстро найти нужную вам проекцию или систему координат в окне выбора.

Хороший ликбез по системам координат есть по ссылке: <https://gis-lab.info/qa/proj-sk-faq.html>



Выполните самостоятельно

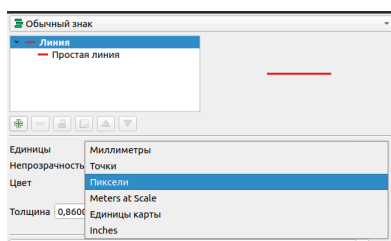
1. Измените систему координат на WGS 84 с кодом EPSG:4326.
2. Верните систему координат обратно.

Оформление внешнего вида и создание макета карты

Геоинформационные системы могут быть использованы в разных целях: пространственный анализ, сопровождение базы данных, визуализация. Инструкции, описанные в этом разделе, посвящены теме подготовки карты к печати.

Масштабирование или увеличение

Карта на экране монитора выглядит не так, как карта распечатанная на бумаге. Различаются как оттенки цвета так и размер символов. Вращая колесико мышки мы можем уменьшать и увеличивать участки карты в большом диапазоне, что вносит определенную путаницу в определение масштаба. Еще больше путаницы вносит большой выбор единиц измерения при выборе размеров маркеров или толщины линий:

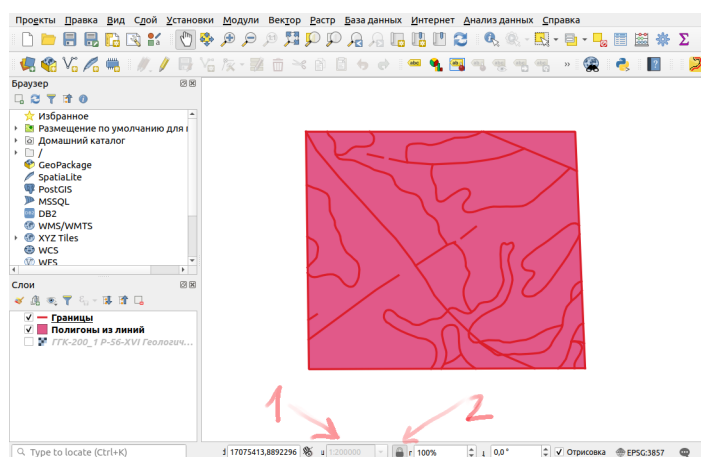


В геологической работе, напротив, понятие масштаба жестко регламентировано, и от масштаба зависит не только размер объектов на карте или толщина линий, но и объем геологического опробования, детальность описания маршрутных точек, сеть геохимического опробования и так далее. Иными словами, у геолога, работающего

12 ОФОРМЛЕНИЕ ВНЕШНЕГО ВИДА И СОЗДАНИЕ МАКЕТА КАРТЫ

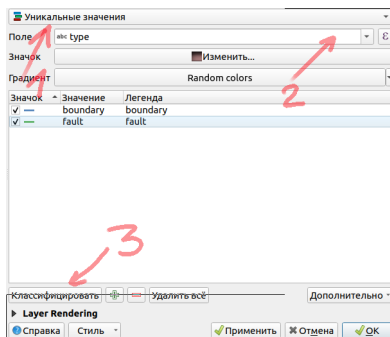
в ГИС как правило есть четко определенный масштаб карты в котором он должен работать.

Чтобы избежать излишней путаницы с масштабом в QGIS есть способ установки масштаба в статусной строке в нижней части окна (1). Чтобы масштаб не менялся при приближении или отдалении карты можно закрепить масштаб нажав на кнопку в виде магнита справа от поля ввода масштаба (2).



Геологические границы

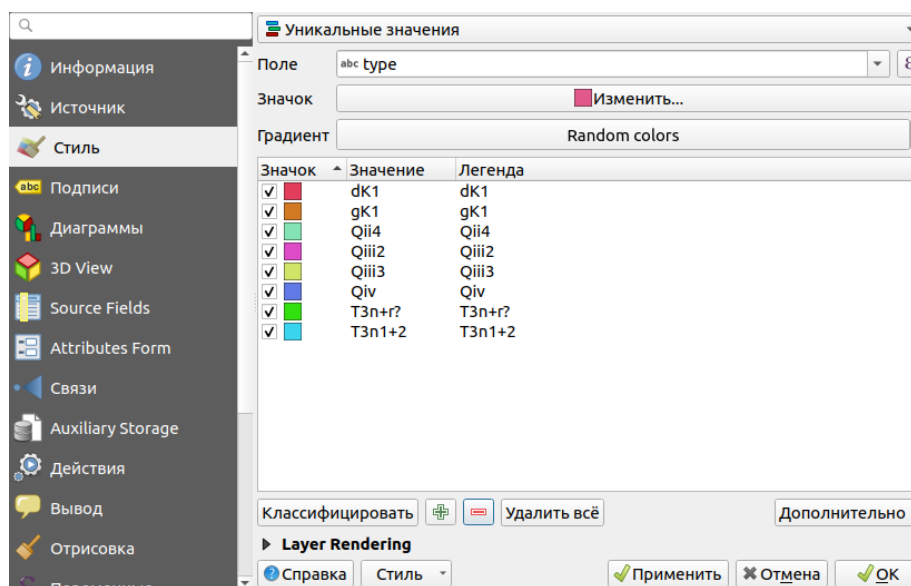
Все наши границы хранятся в одном слое. По умолчанию все объекты в векторном слое отображаются одним стилем. Но наши границы различаются между собой полем “type” в таблице атрибутов. Информацию в этом поле можно использовать для различного отображения границ разных типов. Для этого откройте свойства слоя и, на вкладке **Стиль** в верхнем выпадающем списке, выберите **Уникальные значения** (1). В выпадающем списке **Поле** выберите поле, по которому будут различаться стили отображения границ (2) (в нашем случае - “type”) и нажмите кнопку **классифицировать** (3).



Теперь мы можем редактировать отображение каждого из типов границ в отдельности. Для геологических границ можно установить черный цвет и толщину линий 0,2 мм, для разломов можно установить толщину 0,6 мм.

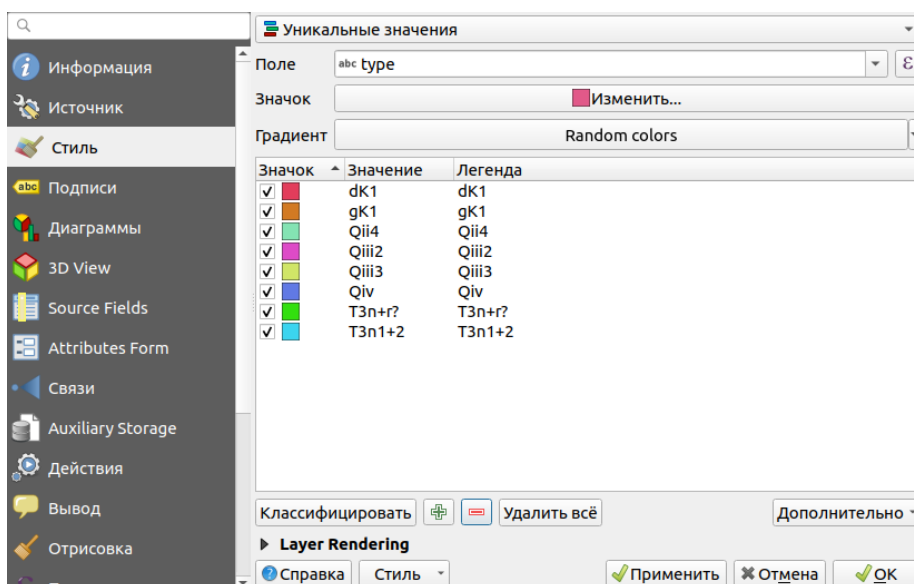
Выходы горных пород на дневную поверхность

Геологические тела на геологических картах показываются разным способом в зависимости от состава, возраста, степени метаморфизма и так далее. Возможности **QGIS** по настройке отображения векторных объектов достаточно обширны, и можно так настроить стиль слоя, чтобы он автоматически учитывал и возраст и состав и тип горной породы, указанные в отдельных полях в таблице атрибутов. Но самый простой способ, особенно когда в легенде на картируемой территории присутствует небольшое разнообразие горных пород, учитывать только одно поле (например "type") в таблице атрибутов. Это делается способом, аналогичным способу настройки стиля геологических границ (см. пред. пункт).

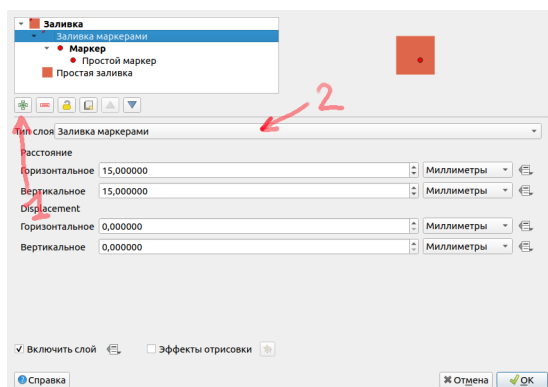


После классифицирования объектов слоя по уникальным значениям в поле “type” можно индивидуально настроить отображение каждого из типов пород.

Обратите внимание на то, что стиль обводки полигонов нужно обязательно установить как **Без обводки**. У нас уже есть слой с геологическими границами, выполняющий эту функцию, нужно лишь убедиться, что слой с границами в списке слоев стоит поверх слоя с полигонами горных пород.

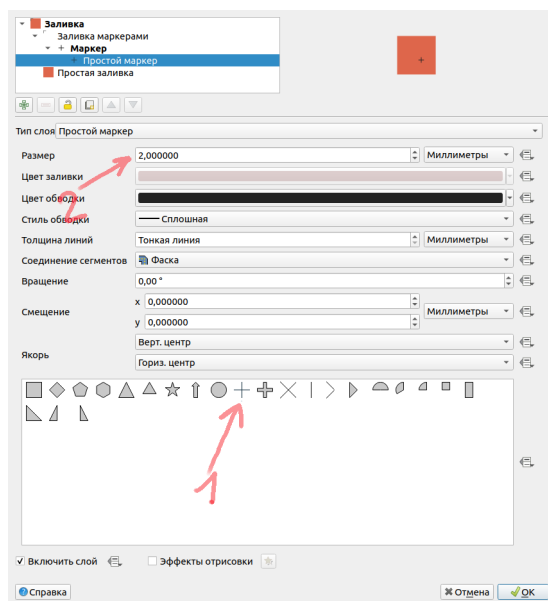


Для горных пород, которые помимо цвета отображаются крапом, можно установить дополнительный маркер, который будет отображаться поверх цвета. Для этого в окне настройки стиля полигона нажмите на кнопку “добавить символьный слой” (1) и в выпадающем списке **Тип слоя** выберите **Заливка маркерами** (2).

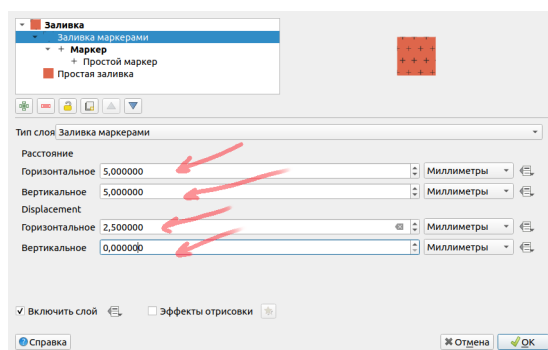


После этого выберите нужный вам маркер среди возможных вариантов (1), и установите размер маркера (2).

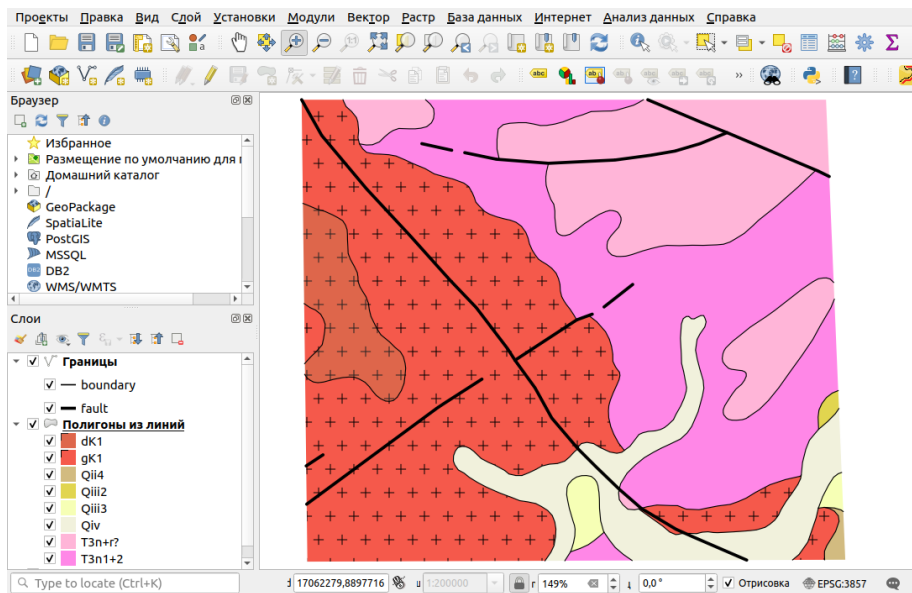
16 ОФОРМЛЕНИЕ ВНЕШНЕГО ВИДА И СОЗДАНИЕ МАКЕТА КАРТЫ



Распределите маркеры на подходящем расстоянии относительно друг друга по горизонтали и вертикали.

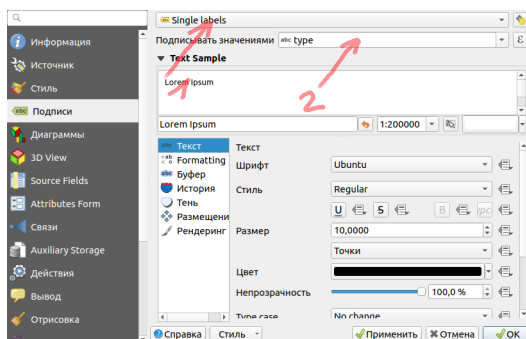


Используя сочетания символьных слоев маркеров можно добиться довольно сложных геологических гаштур.

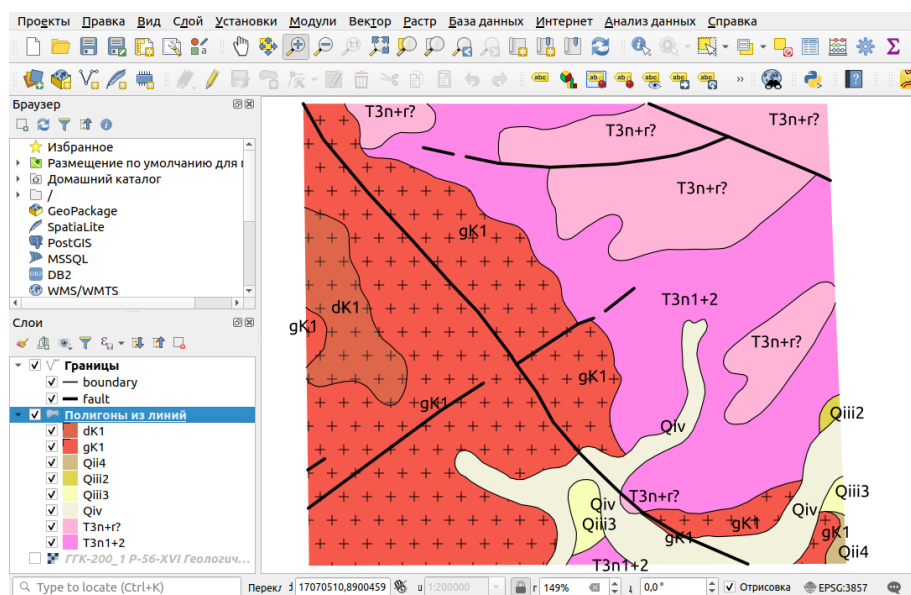


Подпись полигонов

Чтобы включить подписи полигонов, откройте окно свойств слоя и на вкладке **Подписи** выберите **single labels** из выпадающего списка в верхней части окна (1). Установите нужное поле, на основе которого будут подписи (2) (в нашем случае - текстовое поле "type").

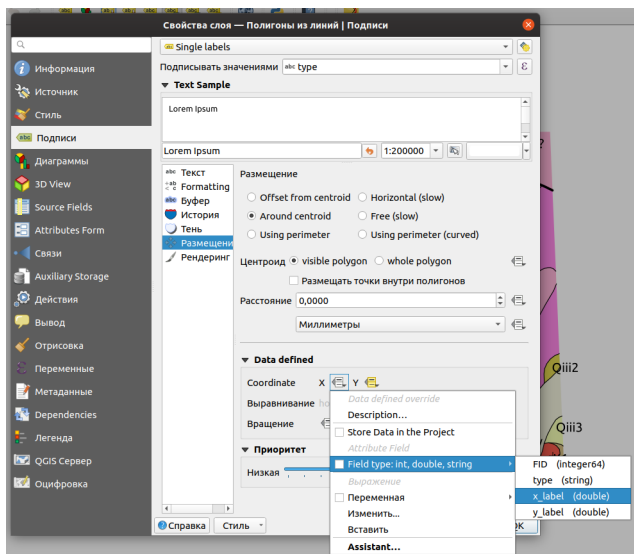


Нажмите **Ok**.

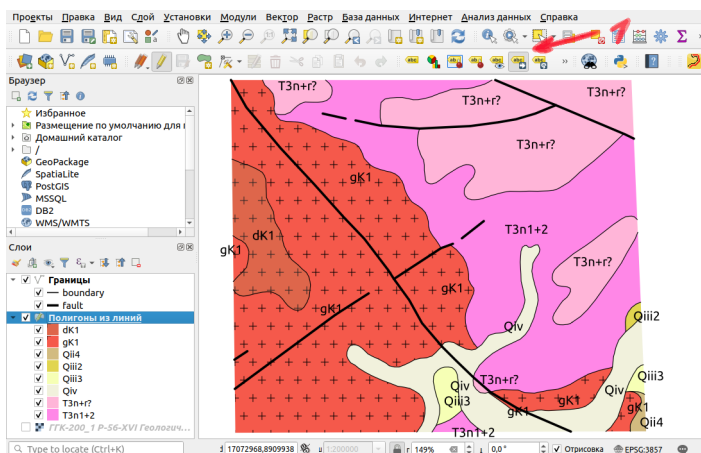


Как правило, результат, полученный автоматическим размещением подписей, выглядит неудовлетворительно. Лучше те подписи, что помещаются в неудачных местах, размещать по карте вручную. Для этого нужно добавить в таблицу атрибутов поля где будут храниться координаты положения подписи на карте. Откройте таблицу атрибутов и, в режиме редактирования слоя, добавьте поле “x_label” и “y_label”. Тип поля выберите **real**, оставив значения для целой и дробной части равными 0 - это позволит использовать максимальную точность положений подписи. Конечно, такая точность, скорее всего, будет избыточной для простой задачи размещения подписей, но этим мы платим за простоту настройки подписей.

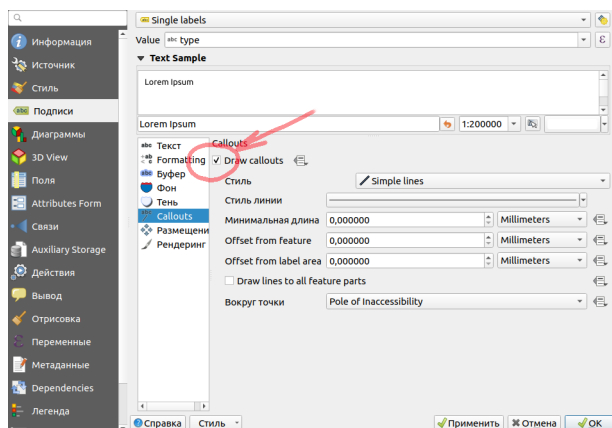
Далее в окне свойств слоя на вкладке **Подписи** в разделе **Размещение** укажите эти поля как координаты размещения подписей.



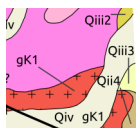
Если эти поля пустые (как сейчас в нашем случае), то QGIS будет пытаться сам разместить подпись. Для того, чтобы поменять положение подписи, теперь достаточно при включенном режиме редактирования нажать на кнопку **Переместить подпись или диаграмму** на панели инструментов (1) и переместить нужную вам подпись мышью.



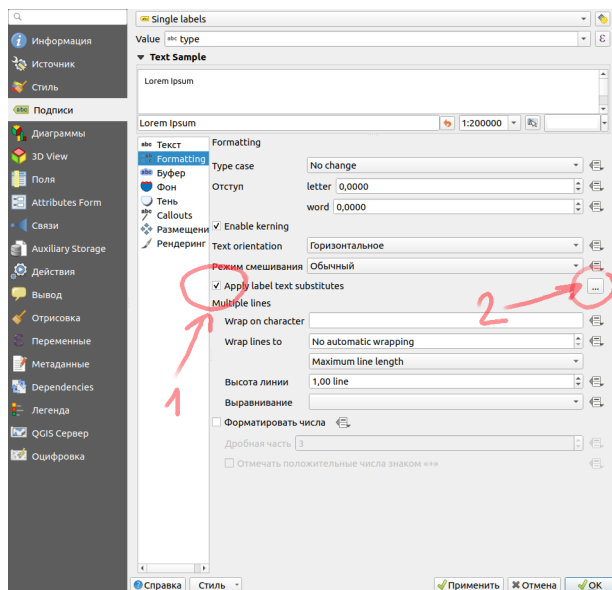
В случае, если полигон очень маленький, и мест для подписи внутри полигона не хватает, то принято подпись выносить за пределы полигона, и сам полигон соединять тонкой линией с подписью, чтобы было понятно, чему именно соответствует подпись. Для включения выносок для подписей отметьте соответствующий флажок на вкладке **callouts**.



Отображение подписей с выносками:



На приведенной картинке видно, что подписи для гранитов и диоритов выглядят как “dK1” и “gK1”. Давайте заменим “g” и “d” на гамму и дельта, принятые в геологии. Для этого на вкладке “форматирование” включите текстовые подстановки (1) и откройте окно редактирования текстовых подстановок (2).

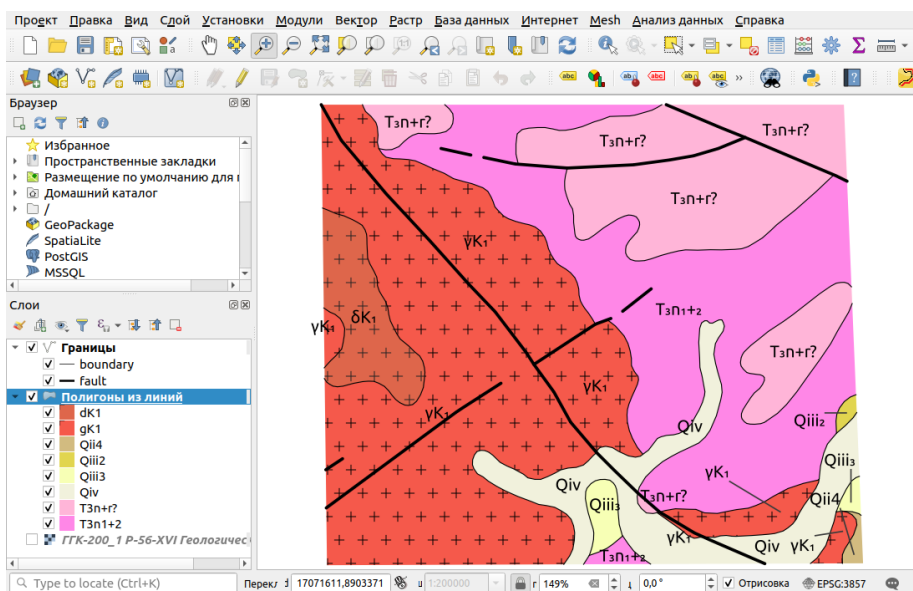


Настройте параметры замены как показано на рисунке ниже, ско-

пировав нужные utf-символы гамма и дельта, например из википедии. Обратите внимание на отсутствие в таблице флажков “игнорировать регистр” и “слово целиком”.

	Текст	Подстановка	Игнорировать регистр	Слово целиком
1	d	δ	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	g	γ	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

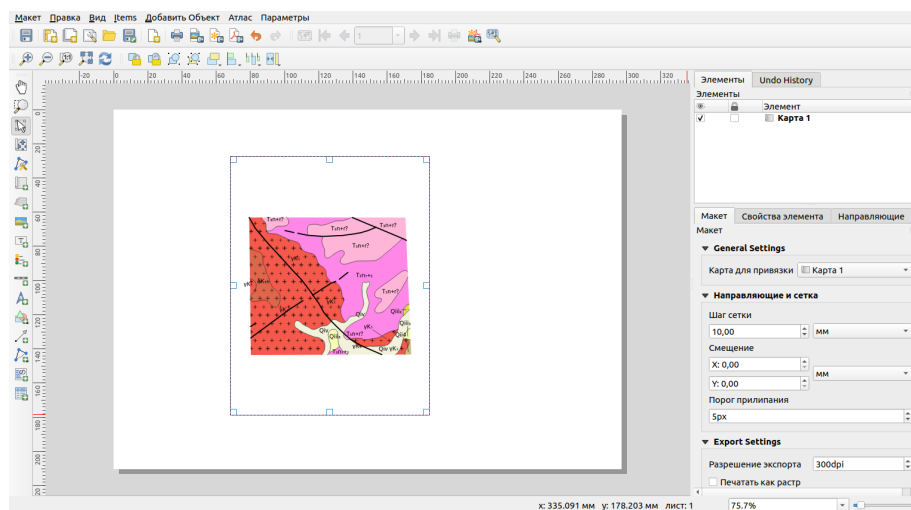
Аналогичным образом следует настроить замену цифр 1, 2, 3 на соответствующие utf-символы для подстрочных подписей: ١, ٢, ٣ (арабские цифры уменьшенного размера расположенные внизу строки). В результате подписи на полигонах станут больше соответствовать канонам геологического картоирования.



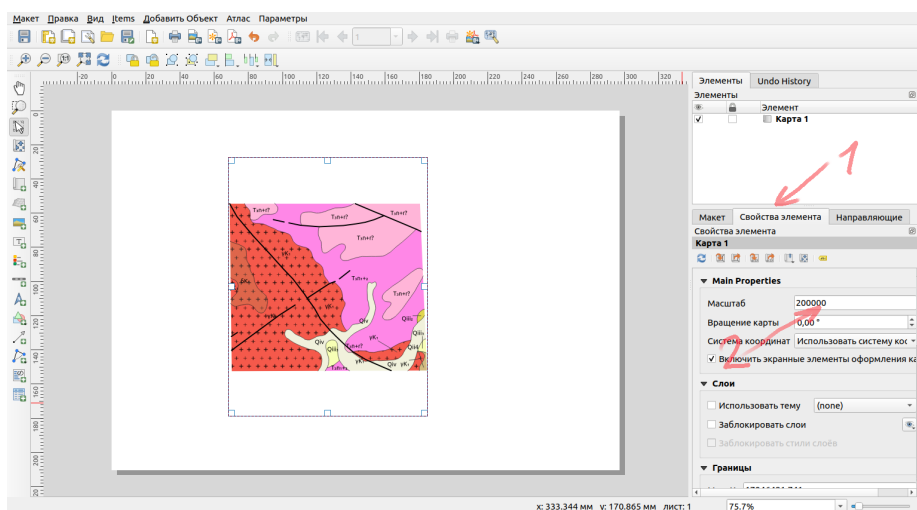
Создание макета

Для того, чтобы сохранить карту в формате **pdf** или **png**, или для того, чтобы отправить карту на печать, нужно создать макет, в котором мы определим положение на листе карты, легенды, масштабной линейки, заголовка и пр. Для этого в меню **Проект** выберите пункт **Создать макет** и введите название макета. В одном проекте может быть несколько макетов, предназначенных для разных задач, например для отображения разных участков на изучаемой территории.

Добавьте на лист карту (меню **Добавить объект** ▢ **Добавить Карту**) и мышкой нарисуйте на листе прямоугольник в том месте где вы хотите расположить карту.



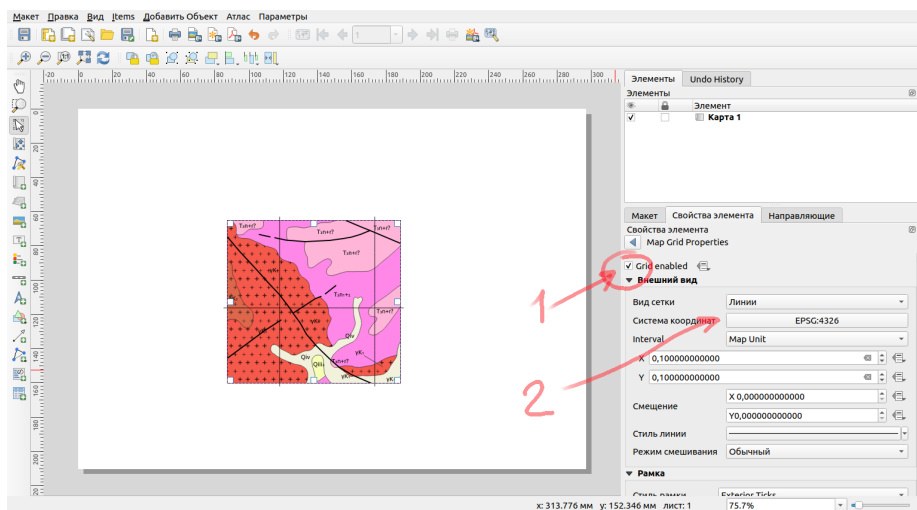
Сразу установите верный масштаб (2) для карты на вкладке **Свойства элемента** (1).



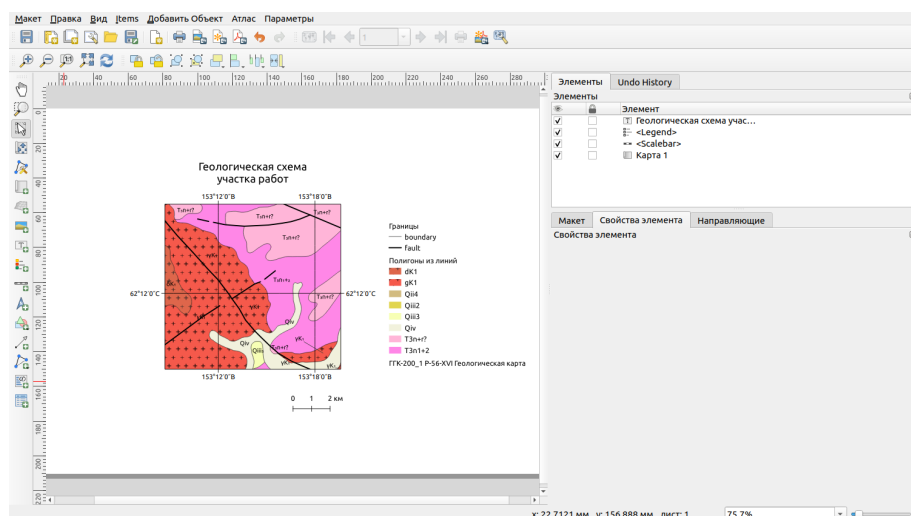
Откорректируйте масштаб и размер карты так, чтобы отображаемая карта включала только нужный вам фрагмент в нужном масштабе.

Сохраняя элемент карты выделенным, изучите обширные настройки отображения карты во вкладке “свойства” в панели справа от основной области окна.

Включите координатную сетку (Grid) (1), указав систему координат для нее WGS-84 (2).

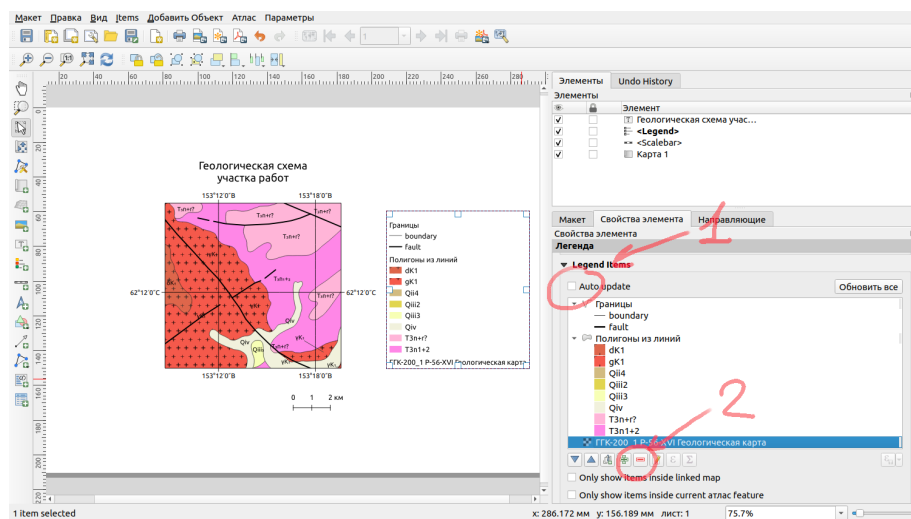


Добавьте масштабную линейку, заголовок и легенду на лист. Настройка легенды будет описана ниже, настройка остальных элементов карты вполне очевидна.



На приведенном рисунке у легенды есть ряд недостатков. Во-первых, там присутствует название растрового слоя, который мы оцифровывали.

Выделите элемент легенды на листе, и в свойствах легенды снимите флажок **Auto update** (1) и удалите из легенды растровый слой (2).

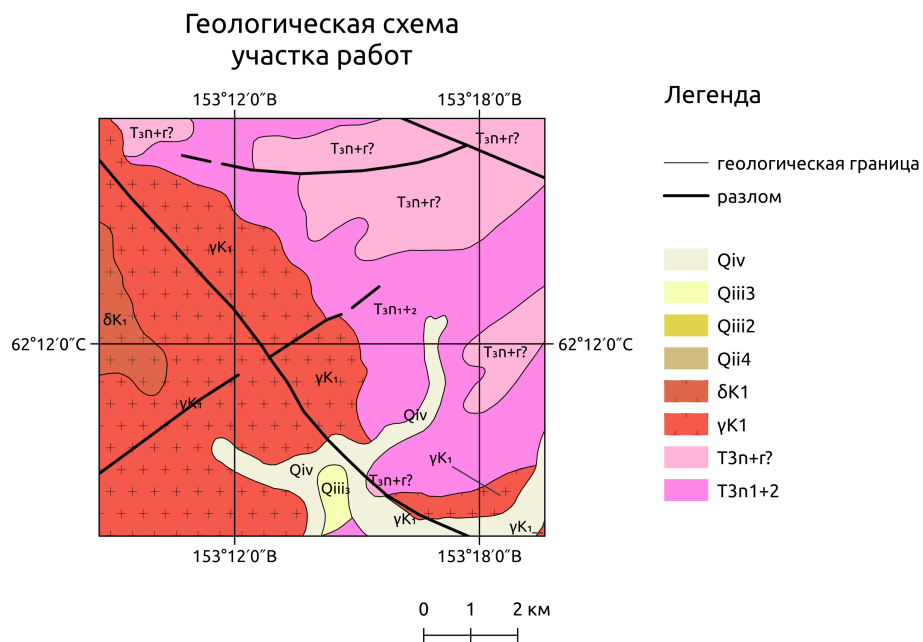


Измените надпись “Полигоны из линий” на один пробел - ” “. Это уберет надпись из легенды. То же самое сделайте с надписью “Границы”.

Исправьте надписи в легенде добавив греческие символы там, где это необходимо. Упорядочите положение элементов легенды в со-

ответствии с возрастом.

Отправьте карту на печать или экспортируйте в формат **pdf** или **png**. Ниже представлен полученный в результате подготовки карты к печати результат.



Создание и редактирование проекта:

Создайте новый проект (в меню **Проекты** ▢ **Создать**). По умолчанию создается пустой проект с отсутствующими подключенными слоями. Сохраните проект (меню **Проекты** ▢ **Сохранить**) в файле с именем **tutorial1.qgz** .

Создание слоев

Создайте новый слой (меню **Слой** ▢ **Создать слой** ▢ **Создать Shape-файл...**). В появившемся окне укажите имя файла в котором будет сохранен слой “sites.shp” (лучше выбрать для него ту же директорию, в которой сохранен сам проект), тип геометрии – **Точка** и завершите создание слоя. Созданный слой появится в списке слоев. Включите для этого слоя режим редактирования, нажав по кнопке **Режим редактирования** в виде желтого карандаша на панели инструментов (1). При включенном режиме редактирования становится активной кнопка добавления нового объекта на слой (в случае с точечным типом геометрии это будет кнопка - **Добавить точечный объект** (2)). Нажмите её, и курсор при наведении на основное поле поменяет облик. Кликая мышкой по основному полю добавьте несколько точечных объектов на слой в разных местах.

понимания работы с ГИС нужно сперва уяснить разницу между тем, что такое “проект” и “слой”.

“Проект” – это информация о наборе используемых слоёв, их взаимном положении, системе координат, настройках отображения каждого из слоев, созданных макетах (об этом позже) и так далее. Самой информации о положении векторных объектов (точечных, линейный, полигональных) в файле проекта не содержится.

“Слой” – это файл (а часто целый набор файлов для одного слоя), в котором содержится информация о размещении векторных объектов и об используемой системе координат.

Редактируя положение геологических границ, или добавляя новые границы вы вносите изменения в слой. Устанавливая новый цвет заливки для полигонов гранитных интрузий, вы вносите изменения в проект. Чтобы избежать недоразумений всякий раз, когда вы закрываете QGIS, кроме сохранения самого проекта, убедитесь, что вы выключили режим редактирования для каждого слоя с сохранением изменений.

Точка, линия, полигон

Создавая в предыдущем разделе новый векторный слой, мы выбрали тип геометрии: **точка**. В перечне возможных типов геометрии есть еще несколько вариантов, каждый из которых можно отнести к одному из трех типов: точка, линия или полигон. Применение их вполне очевидно. Линиями можно представлять геологические границы, разломы, реки, дороги. Полигоны служат для представления площадных объектов, например, выходов геологических тел на геологических картах. Точечными объектами можно показывать места отбора проб.

Редактирование векторных линий и полигонов

При добавлении линий или полигонов щелчок левой кнопкой мыши по основной области добавляет новую точку в ломаной линии (или в границе полигона). Щелчок правой кнопкой мыши завершает линию или завершает (и замыкает) полигон.

Выполните самостоятельно

1. Создайте слой с линейным типом геометрии и добавьте несколько ломаных линий.

2. Сохраните изменения в слое.
3. Создайте слой с полигонами и добавьте несколько полигонов на слой.
4. Сохраните изменения в слое.
5. Сохраните изменения в проекте.
6. Перезагрузите QGIS и убедитесь, что все созданные объекты не пропали.

Этапы оцифровки геологической карты

При сопровождении геологоразведочных работ распространенной задачей является оцифровка геологической карты. Исходная геологическая карта, как правило, представлена в виде сканированной картинки в формате .jpg или .png. Процесс оцифровки выглядит так:

1. Растровая картинка “привязывается”, что означает, что для её пикселей кроме цвета устанавливается также информация о географическом положении.
2. На растровой карте обрисовываются все геологические границы, с разбиением на типы (установленные, предполагаемые, разломы, надвиги и т.п.).
3. На основе границ создаются полигоны, соответствующие выходам горных пород на дневную поверхность.
4. Для каждого из полигонов устанавливается атрибут, соответствующий горной породе.
5. При необходимости печати карты создается макет, в котором настраивается положение карты на листе, масштаб, легенда, и прочее.

Привязка карты

По ссылке можно скачать два файла: `map.tif` и `map.png`. На них изображен один и тот же фрагмент сканированной геологической карты. Если вы откроете каждый из этих файлов для просмотра в стандартных программах, то убедитесь, что фрагменты идентичны.

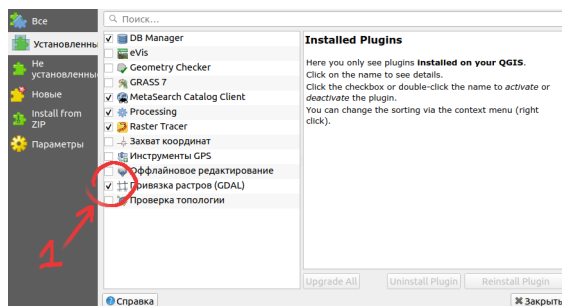
Тем не менее, файл `map.tif` обладает дополнительной информацией о географических координатах пикселей. Такой формат растровой картинки называется `GeoTIFF`. Если вы запустите `QGIS` и перетащите в рабочую область файл `map.png`, он добавится в список сло-

ев. Разместив курсор мыши над картой, вы можете убедиться, что координаты фрагмента (их можно оценить по координатной сетке карты) не соответствуют координатам, указанным в статусной строке под рабочей областью в нижней части окна. Повторите эту процедуру с файлом **map.tif** и убедитесь, что на этот раз координаты в **QGIS** соответствуют координатам на самой картинке.

Разница между этими растрами состоит в том, что один из них “привязан” (**map.tif**), а другой – нет (**map.png**). Выполнить привязку можно для любого растра, в котором известны координаты (или положение относительно других растровых или векторных слоев) для некоторого набора точек. Минимально необходимое число точек зависит от метода привязки. Как правильно, лучше выбирать больше 12-ти точек.

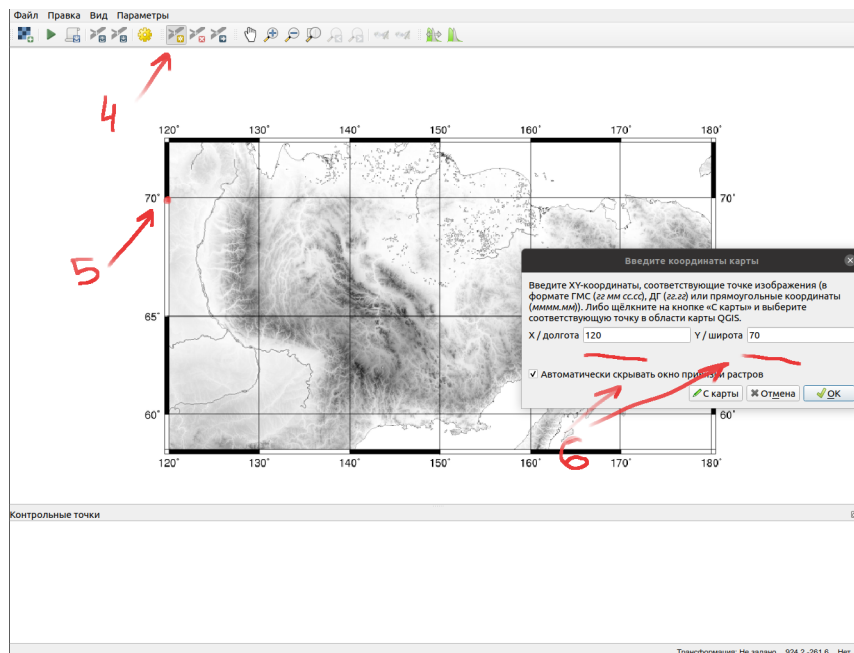
Рассмотрим процедуру привязки в **QGIS**.

1. Убедитесь, что у вас включен модуль привязки. Для этого откройте окно установленных модулей (меню **Модули** ▢ **Управление модулями...**), и на вкладке **Установленные** поставьте галочку слева от модуля “Привязка растров (GDAL)” в случае, если галочка отсутствует.

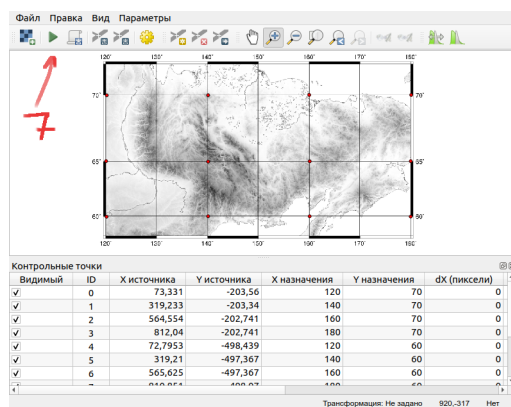


2. Запустите модуль привязки (меню **Растр** ▢ **Привязка растров...**).
3. Откройте в модуле файл **map.png** (меню **Файл** ▢ **Открыть растр...**).
4. Убедитесь, что на панели инструментов выбран инструмент “Добавить точку”.
5. Кликните по точке с известными координатами. Как правило, такими точками являются узлы пересечения линий координатной сетки. Чем точнее вы кликните по точке, тем точнее получится привязка. Для этого используйте колесо мыши для масштабирования и клавиши клавиатуры со стрелками для передвижения карты в стороны.
6. В открывшемся окне введите координаты X и Y и нажмите **Ok**. Добавленная вами точка появится в списке контрольных точек

в нижней части окна.

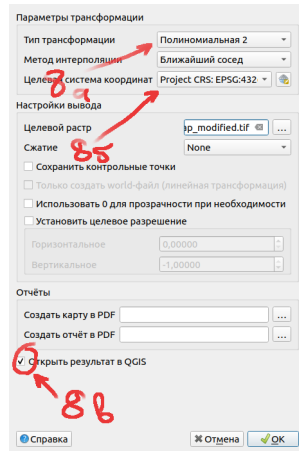


Повторите шаги 5 - 6 для того, чтобы набрать 12-16 равномерно распределенных по площади контрольных точек с известными координатами. После того, как набрано достаточное кол-во точек, можно приступить к процедуре привязки.

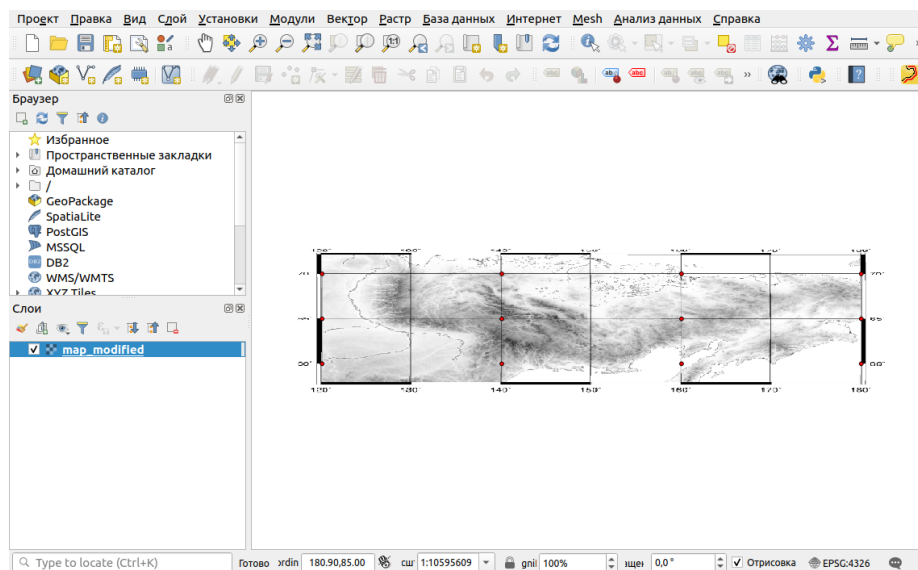


7. Нажмите на кнопку **начать привязку растра**. В появившемся диалоговом окне нажмите **Ok**, согласившись указать тип трансформации.
8. В появившемся окне “Параметры трансформации” установим тип трансформации “Полиномиальная 2” (а), установите систе-

му координат WGS-84, код EPSG:4326 (б) и установите флажок слева от “Открыть результат в QGIS” (в) и нажмите **Ок**.



9. Снова нажмите на кнопку **начать привязку растра**. На этот раз начнется привязка растра.
10. В появившемся окне “привязка координат” нажмите **Ок**.
11. Переключитесь на окно **QGIS** и убедитесь, что карта привязана правильно, проверив координаты в строке состояния, подводя курсор мыши к узлам пересечения линий координатной сетки.

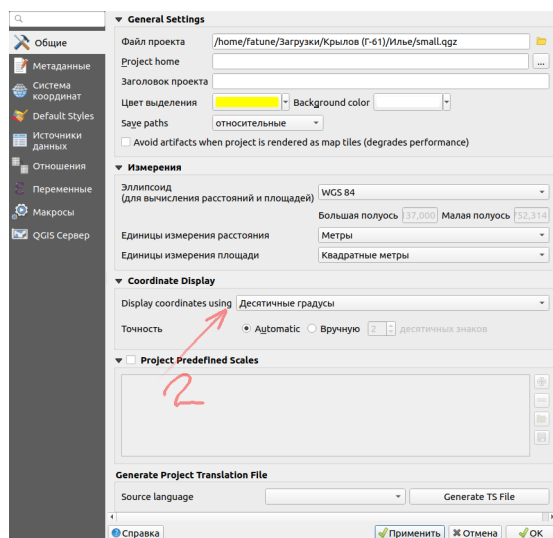


Подготовка проекта перед оцифровкой.

Перед началом оцифровки геологической карты лучше убедиться, что проект **QGIS** настроен правильно. В первую очередь, удобнее делать так, чтобы все ваши слои хранились в той же директории, что и файл вашего проекта.

Настройка проекции

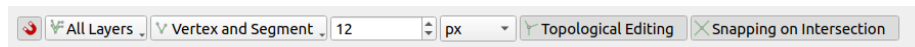
Проекцию для простоты можно выбрать “Pseudo Mercator” (код EPSG – 3857) - это позволит избавиться от больших искажений в направлении север-юг. Отрицательной стороной такого выбора является использование метровых координат вместо географических. Это может быть неудобно при контроле координат в процессе работы. Для того чтобы отображать географические координаты для проекта с метровой системой координат: 1. Откройте свойства проекта (меню **Проекты** ▢ **Свойства...**). 2. На вкладке **Общие** в выпадающем списке **Display coordinates using** выберите десятичные градусы или градусы, минуты, секунды.



Настройка прилипания

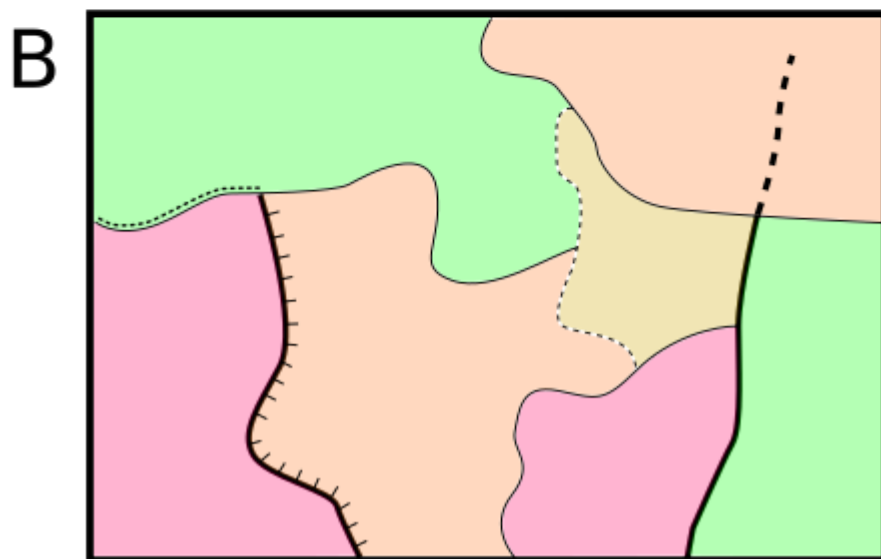
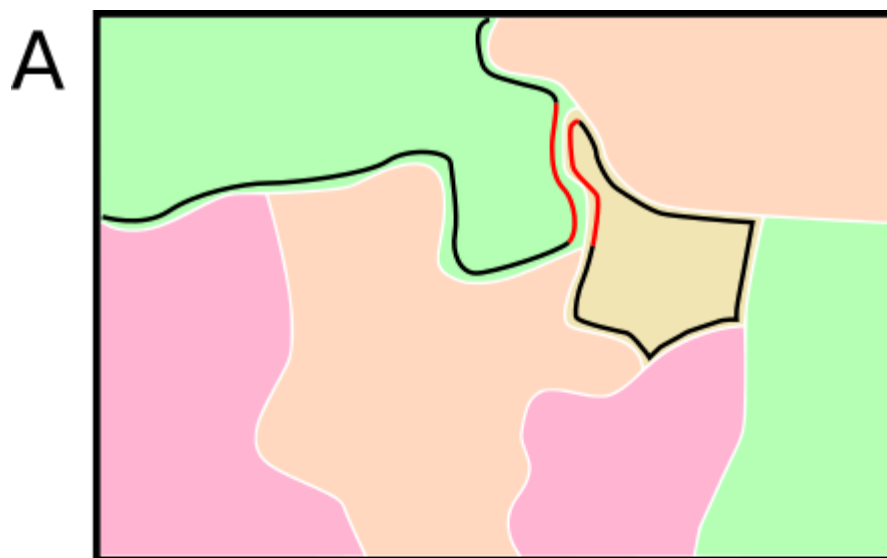
Одну из самых неприятных проблем при оцифровке границ составляют линии, которые должны примыкать друг другу на карте, но, вместо этого, подходят близко, в действительности не смыкаясь. Из-за того, что линии не смыкаются там, где должны, операция построения полигонов будет выполняться неправильно. Для того

чтобы обеспечить гарантированное смыкание линий, откройте окно параметров прилипания (**Проекты** ▢ **Параметры прилипания...**) и включите прилипание нажав на кнопку с изображением магнита. Установите параметры прилипания как на рисунке и закройте окно. Удивительным образом эти настройки не спасают на 100 %. Вы все равно столкнетесь с тем, что в некоторых местах ваши линии не примыкают друг к другу, а всего лишь подходят близко. Но, всё-равно, этот метод позволяет избежать большинства проблем.



Оцифровка геологических границ

Почему сперва следует оцифровывать границы с последующим построением на их основе полигонов? Почему нельзя сразу полигонами оцифровать области выходов горных пород? Во-первых, если вы будете оцифровывать полигонами, вы будете вынуждены дважды обводить одну и ту же границу (см. рис.). Таким образом, вы будете выполнять в два раза больше работы по оцифровке. Во-вторых, специфика геологических карт такова, что часто область выхода горной породы на дневную поверхность с разных сторон может быть ограничена разными границами - разломами, предполагаемыми границами, стратиграфическими несогласиями (см. рис.). То есть после того как вы обвели полигон, вы будете вынуждены поверх полигона нарисовать соответствующие границы разных типов.

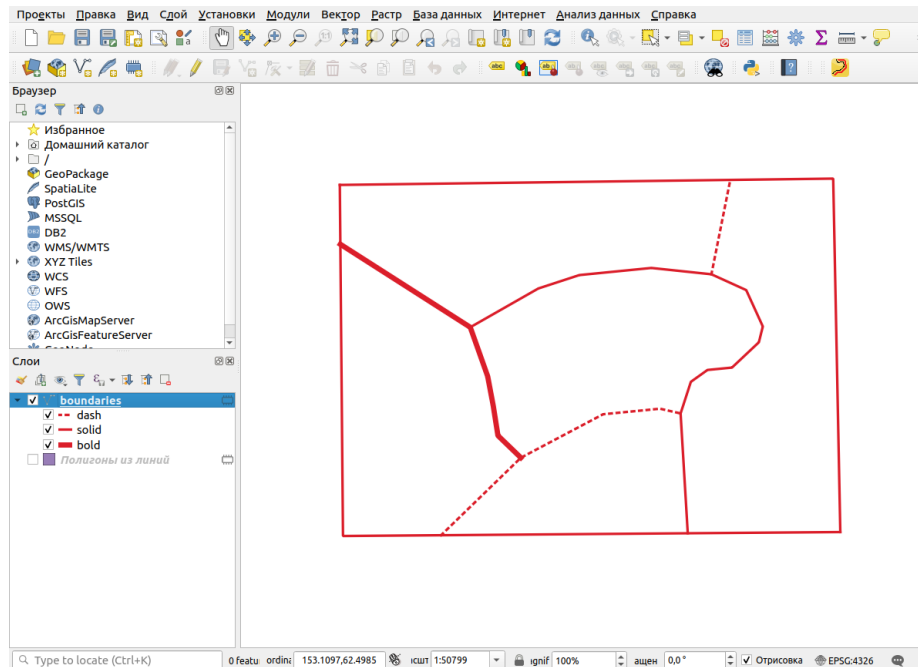


Из этого вытекают следующие два обстоятельства:

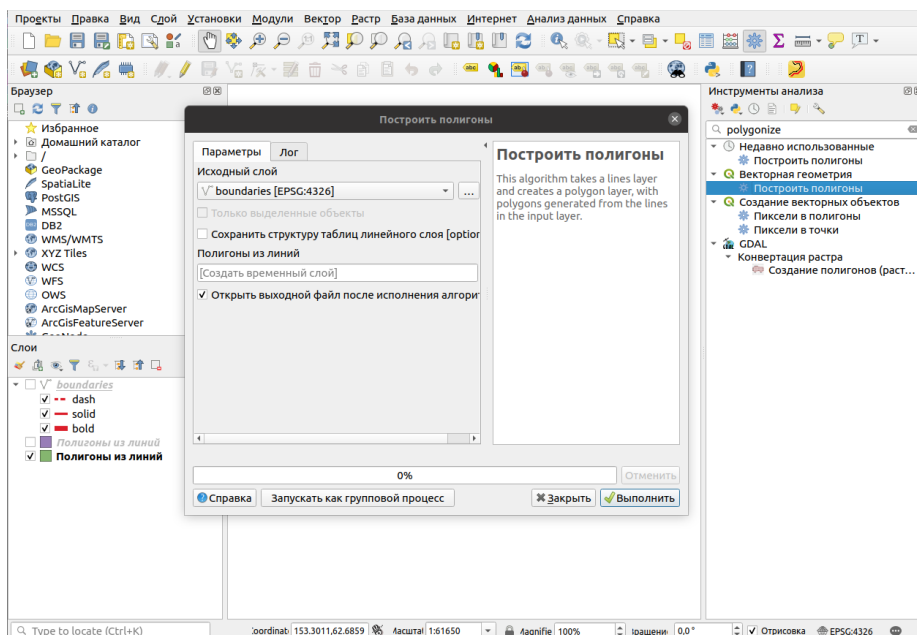
- Сперва рисуются границы, и на их основе строятся полигоны.
- Границы всех типов рисуются в одном слое.

Постройка полигонов из линий

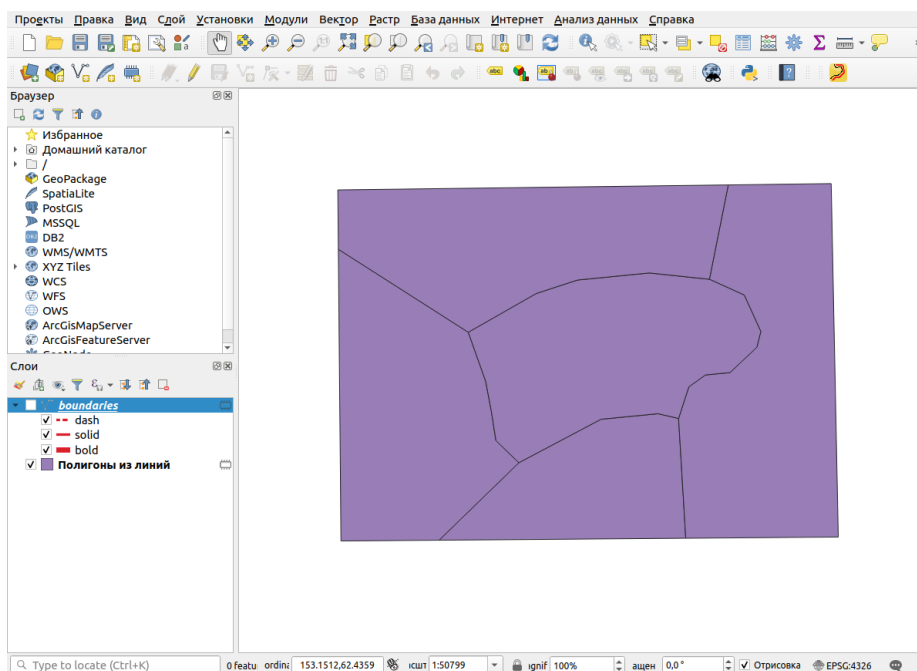
На рис. показан принцип построения полигонов из границ.



Все границы должны находится в одном слое. При этом их можно разделить по типу, используя для этого специально выделенное поле в таблице атрибутов. Если все границы замкнуты правильно, то в автоматическом режиме, с использованием специальной функции **QGIS**, можно построить полигоны. Для этого нужно включить панель инструментов слева от основной области (меню **Анализ данных** → **Панель инструментов**). На панели инструментов в строке поиска введите название функции – “Построить полигоны”. В выпадающем списке **Исходный слой** выберите слой с границами и нажмите кнопку **Выполнить**.

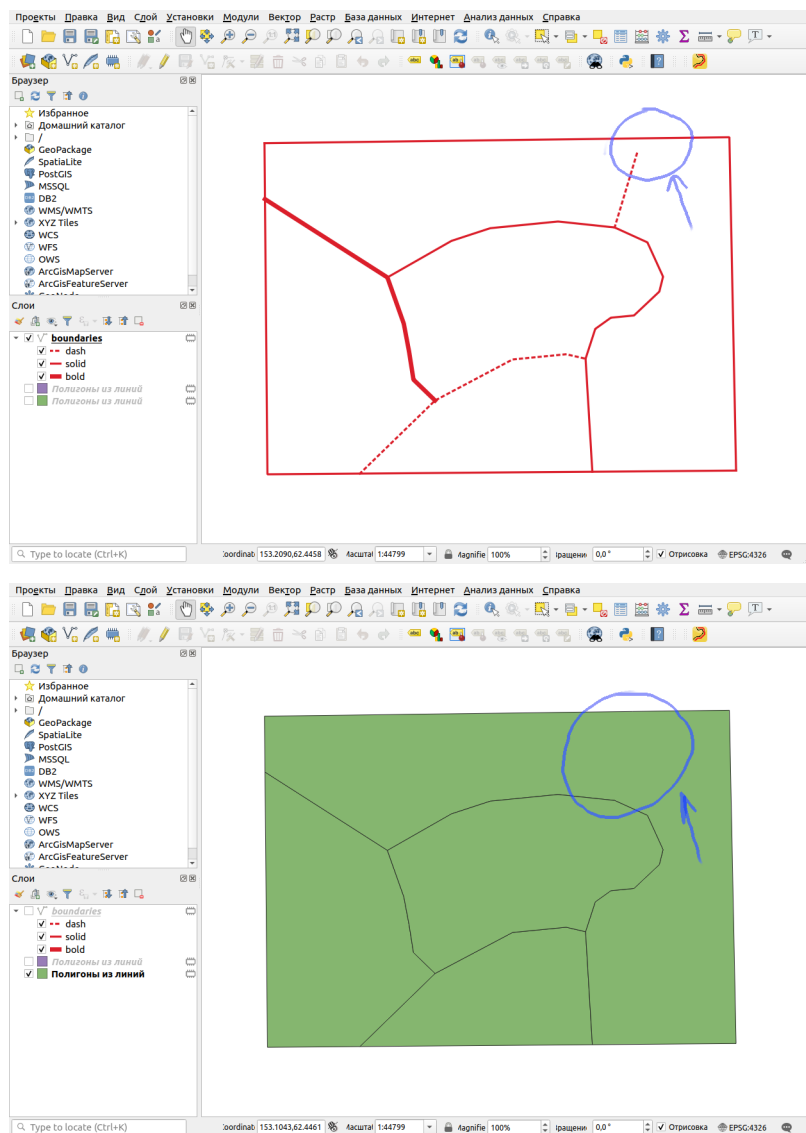


В результате будет построен временный слой с полигонами.



Обратите внимание, что в случае, если одна или несколько границ не замкнуты в нужных местах, полигоны будут построены непра-

ВИЛЬНО.



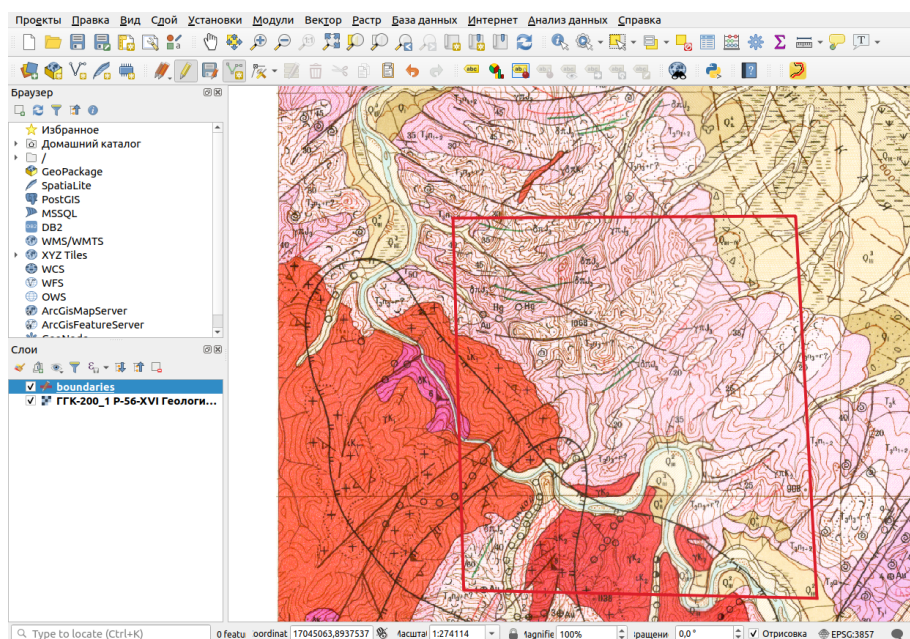
Непосредственно оцифровка геологических границ

Убедившись, что проект настроен правильно, и, что в проект загружен растровый слой правильно привязанной геологической карты, создайте новый векторный слой для границ (меню **Слой** → **Создать слой** → **Создать shape-файл...**). Выберите место хранения файла в той же директории, что и основной проект (1). Тип

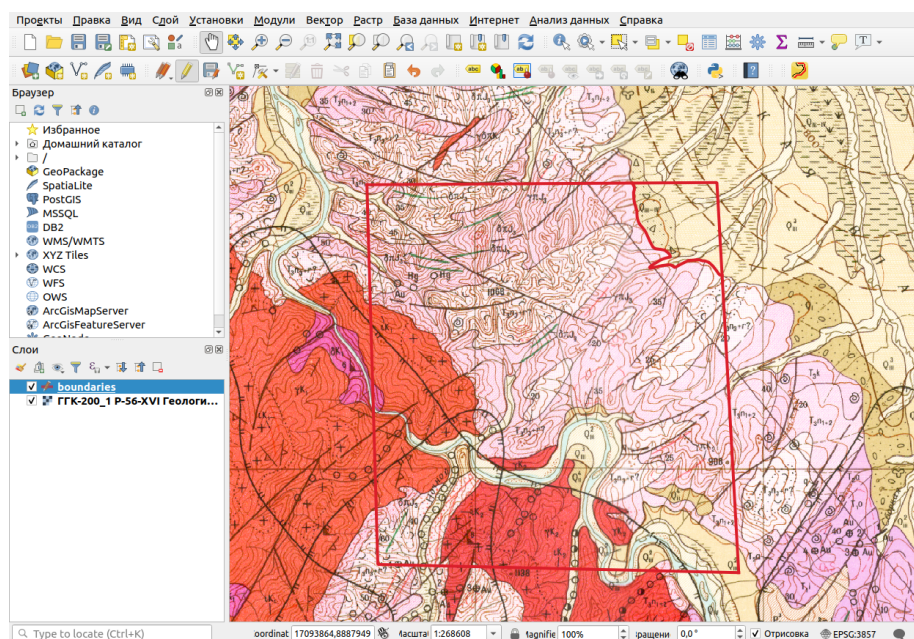
геометрии должен быть, очевидно, линия (2). Если у вас нет явных требований по системе координат, в которой должен быть выполнен проект, проще всего указать систему координат с кодом EPSG:4326 (WGS 84) (3). Лучше сразу же добавить поле в таблицу атрибутов для разделения границ по типу. Для этого введите в области **New Field** в поле **Имя** слово “type” (4). Убедитесь что выбран текстовый тип поля (5). Длину поля можно установить 80 (6). Нажмите кнопку **Add to field** (7).

Завершите создание слоя, нажав **Ок**.

В режиме редактирования слоя в первую очередь создайте “рамку”, обведя область, которую вы будете оцифровывать. Это нужно для того, чтобы дальше вы могли построить полигоны, в том числе, для горных пород, расположенных по краю вашей области.



Нарисовав рамку приступайте к оцифровке каждой из границ, внимательно следя за примыканием (убедитесь, что включено прилипание в настройках проекта). После оцифровки каждой из линий QGIS предлагает ввести параметры атрибутов для этой линии. Лучше всего сразу же подписывать поле **type**, хотя если вы забудете это сделать, в дальнейшем тоже будет возможность подписать уже оцифрованные линии.



Как подписывать границы в поле “type”?

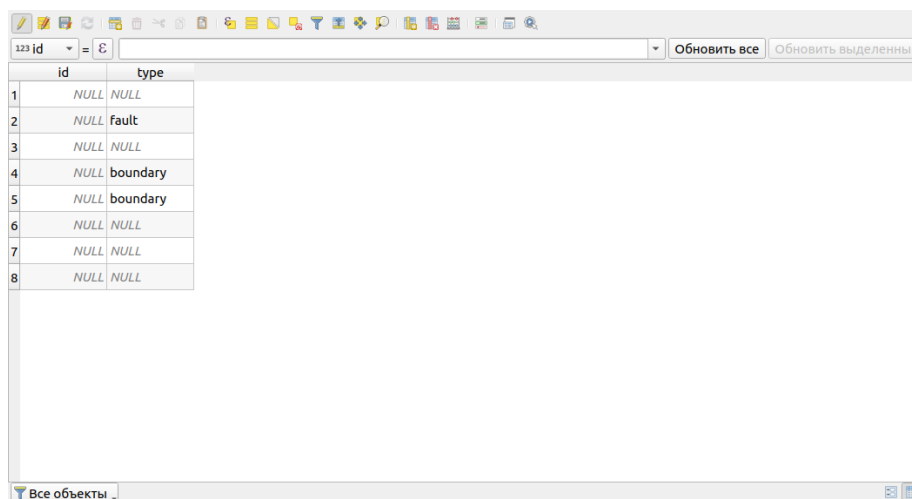
Основное условие подписи – одинаковые границы должны быть одинаково подписаны. Если вы выбрали подписывать простые геологические границы словом “boundary”, то все границы этого типа должны быть подписаны так и только так. Это позволит избежать путаницы в дальнейшем.

Хорошей практикой является подписывать линии внятыми и понятными словами. Например: граница, разлом, надвиг, несогласие. Это позволит человеку, который будет работать с ГИС после вас, не задумываться о значении атрибутов.

Другой рекомендацией является подписывание атрибутов на английском языке. Это не обязательно, но иногда при переносе ГИС на другой компьютер с другой ОС могут возникать проблемы с отображением кириллицы в другой кодировке.

Подписывание типов линий через таблицу атрибутов

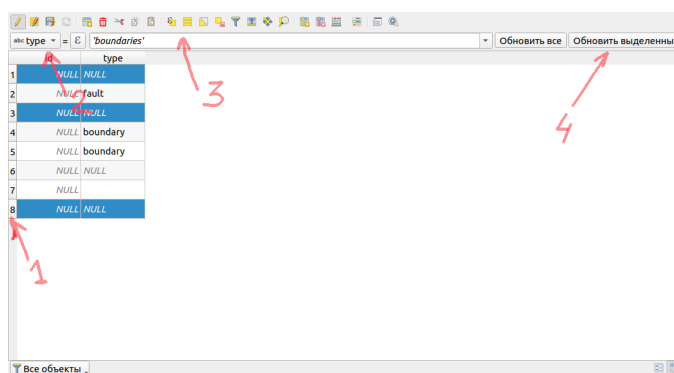
На рисунке показана таблица атрибутов в которой часть линий оставлена без подписей.



id	type
1	NULL
2	fault
3	NULL
4	boundary
5	boundary
6	NULL
7	NULL
8	NULL

Подписать каждую линию индивидуально можно, кликнув по нужному полю в строке в окне таблицы атрибутов, введя нужное значение и нажав клавишу **Enter**.

Подписать сразу несколько линий можно, выделив их (например, удерживая клавишу **Ctrl** и щелкая последовательно по порядковому номеру строки в крайней левой части таблицы в окне таблицы атрибутов (1)), а затем, выбрав требуемое поле для заполнения из выпадающего списка в строке над таблицей (2) (в нашем случае это текстовое поле “type”), введите желаемое значение в поле справа (3). В случае заполнения текстового поля, вводимая строка должна быть обрамлена одинарными кавычками справа и слева. После этого нужно нажать кнопку **Обновить выделенные** (4).




id	type
1	NULL
2	fault
3	NULL
4	boundary
5	boundary
6	NULL
7	NULL
8	NULL

После того как оцифрованы границы, постройте полигоны способом, описанным в начале главы. Скорее всего, окажется, что у вас несколько линий будут не замкнуты. Смело удаляйте временный

слой с полигонами (только не перепутайте со слоем границ!), и исправляйте примыкание линий. Когда вы убедитесь, что все полигоны построены правильно, сохраните временный слой как shape-файл. Для этого кликните левой кнопкой мыши по имени слоя в списке слоев и выберите **Сохранить на диск...**. В появившемся окне выберите формат “ESRI Shape-файл” и укажите имя для файла и его расположение. Лучше всего расположить файл в той же директории, что и весь проект. Нажмите **Ok** и завершите сохранение слоя.

Установка атрибутов у полигонов

К установке атрибутов у полигонов следует приступать только после того, как вы убедились, что все линии границ правильно примыкают друг к другу и вся оцифровываемая площадь разбита на полигоны правильно. Даже маленький фрагмент, неправильно разбитый на полигоны, может привести в дальнейшем к неприятной процедуре исправления линий границ с повторным разбиением площади на полигоны, а значит, и к повторной установке атрибутов.

Перед установкой атрибутов следует добавить поле, по которому мы будем классифицировать полигоны в таблицу атрибутов. Для этого сделайте слой с полигонами активным, кликнув по его имени в списке слоев. Включите режим редактирования для этого слоя, кликнув по соответствующей кнопке на панели инструментов. Откройте таблицу атрибутов для слоя с полигонами (меню **Слой**  **Открыть таблицу атрибутов**). В открывшемся окне таблицы атрибутов кликните по кнопке **Новое поле** на панели инструментов. В открывшемся окне введите имя поля (например “type”, по аналогии со слоем границ). Установите текстовый тип и длину поля равную 80. Нажмите **Ok**.

Дальнейшую установку атрибутов можно проводить аналогично установке атрибутов, описанных в разделе “Подписывание типов линий через таблицу атрибутов”. Удобнее всего проводить установку атрибутов для нескольких выделенных полигонов одного типа, выделяя их на карте с помощью инструмента **Выбор объектов по площади или щелчком мыши**. При этом, можно снизить прозрачность слоя с полигонами (60 % обычно достаточно) для того чтобы было нагляднее видно, какие полигоны нужно выделять мышкой. Для щелкните правой кнопкой мыши по имени слоя в списке слоев и выберите свойства слоя. В появившемся окне на вкладке **Стиль** в нижней части окна, посвященной группе опций **Layer rendering** (возможно придется щелкнуть по треуголь-

нику слева от надписи, чтобы раскрыть группу опций), установите непрозрачность на таком уровне чтобы одинаково хорошо было видно и слой с полигонами и подстилающий его растровый слой карты.

Продвинутые технологии работы с Qgis

Настал тот этап в работе с Qgis, когда вы освоили основные функции, и хотите сделать, а может даже реорганизовать, ваш проект, чтобы он выглядел элегантно в плане оформления и количества файлов.

В этом нам помогут безграничные возможности нашей ГИС.

Создание GeoPackage файлов (баз данных) и работа с ними

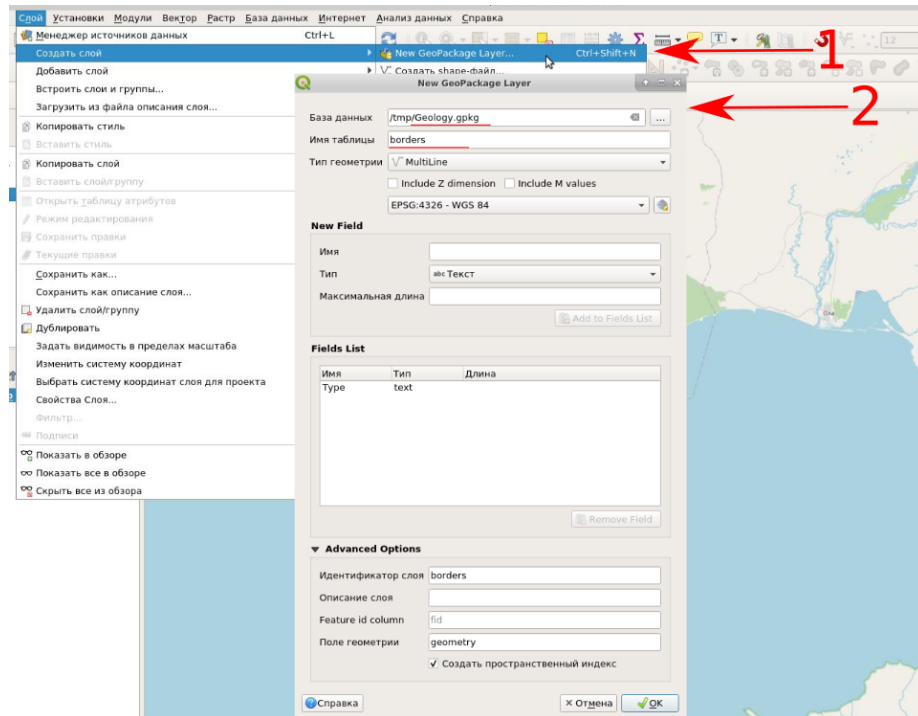
Создание GeoPackage

Как вы уже заметили, при создании Shape-файла вместе с ним создаются вспомогательные, а именно: `.cpg`, `.dbf`, `.prj`, `.qpj`, `.shx`. Они отвечают за разные аспекты наполнения слоя: таблица базы данных, проекция слоя, кодировка и др. Также каждый слой представляет собой отдельные файлы (группы файлов), для того чтобы все это организовать в один файл используется GeoPackage.

GeoPackage представляет собой базу данных основанную на SQLite3, что позволяет встраивать не только таблицы с данными и проекцию слоя, но также другие слои разных типов.

Для создание базы данных в формате GeoPackage выберите в меню **Слой** ▢ **Создать слой** ▢ **New GeoPackage Layer...** (см. рис. п.1). В появившемся окне укажите имя файла в котором будет создана база данных “Geology.gpkg” (лучше выбрать для него ту же директорию в которой сохранен сам проект), Имя таблицы – **borders** (отвечает за название слоя) тип геометрии – **MultiLine**, не забудьте добавить поля отвечающие за тип границ и др. (см. рис. п.2).

Созданный слой появится в списке слоев.

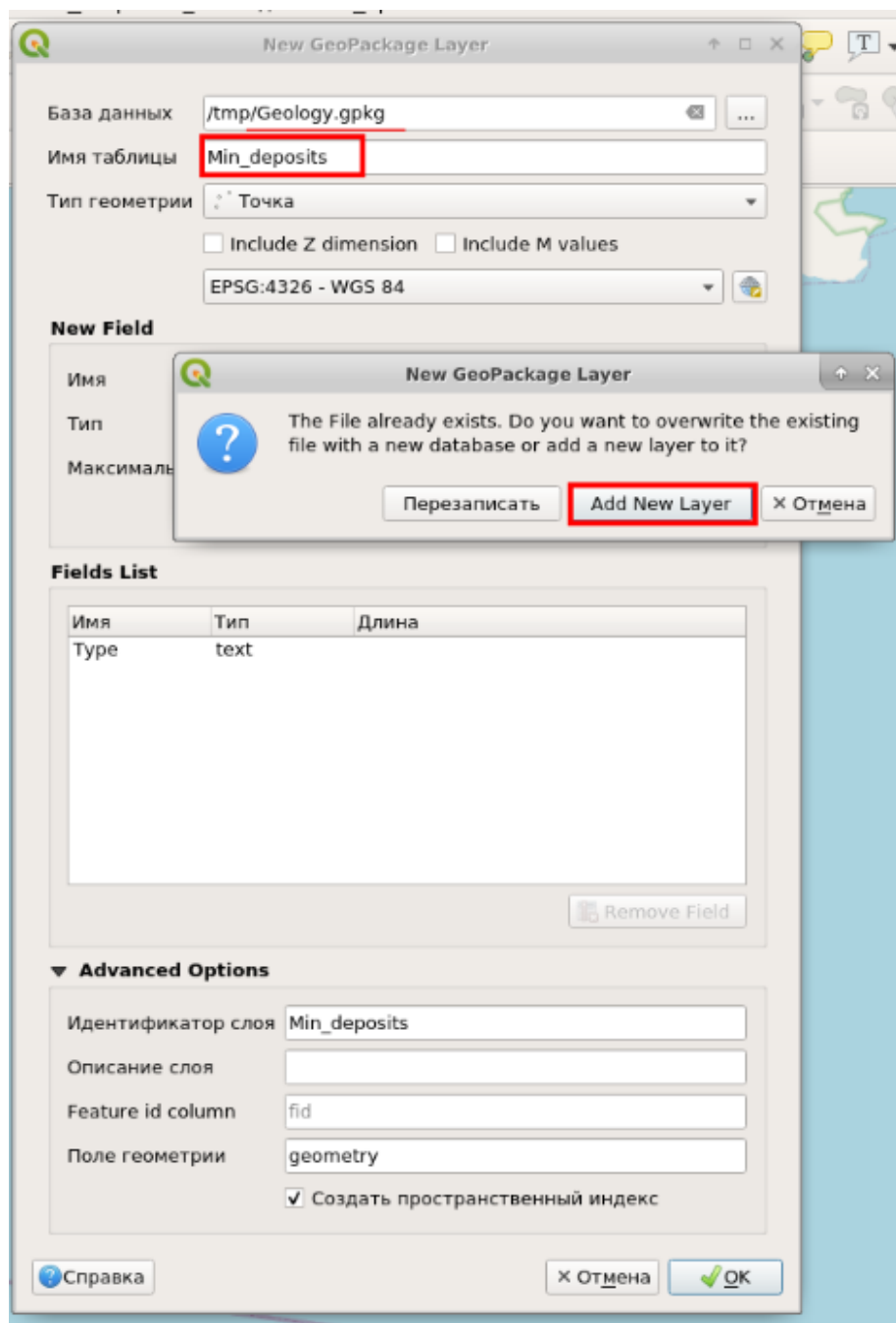


Добавление нового слоя (таблицы) в GeoPackage

Для добавления нового слоя с геометрией или таблицей данных необходимо повторить те же действия что и при создании, а именно: 1. указать базу данных (геораскаге) в который хоте добавить слой; 2. имя таблицы является название нового слоя; 3. указать тип геометрии; 4. добавить поля таблицы (тип и т. п.); 5 нажать 'OK' и выбрать 'Add New Layer'.

Новая таблица добавиться в базу данных и проект.

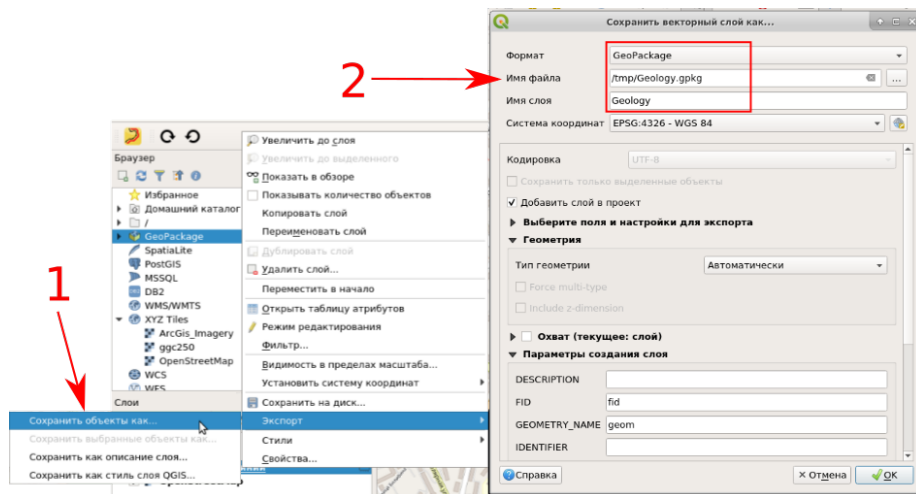
СОЗДАНИЕ ГЕОПАКСАЖЕ ФАЙЛОВ (БАЗ ДАННЫХ) И РАБОТА С НИМИ 49



Добавление уже имеющегося слоя в GeoPackage

Если вы хотите добавить уже имеющийся в проект слой, например после создания полигонов их линий, то для этого вам необходимо:

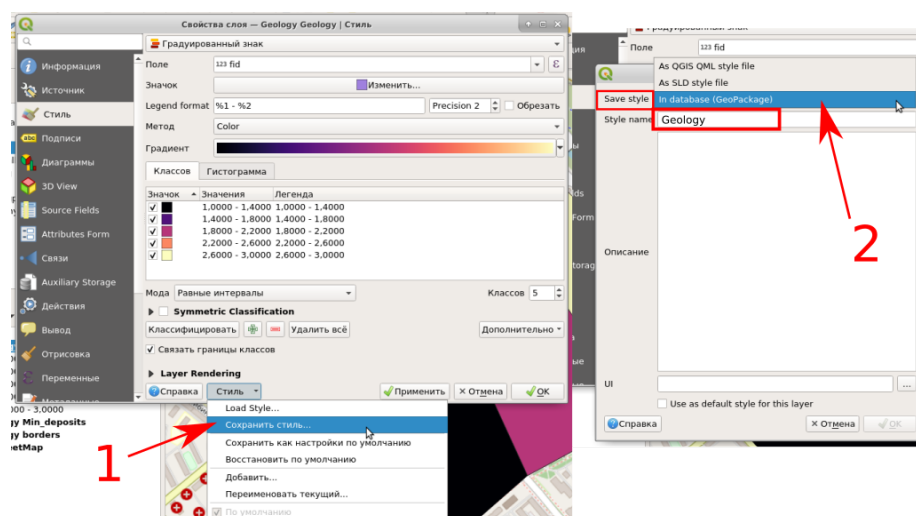
1. вызвать контекстное меню на нужном слое и выбрать **Экспорт** ☐ **Сохранить объекты как...** (см. рис. п.1); 2. в появившемся меню выбрать **Формат** ☐ **GeoPackage**, **Имя файла** ☐ “Geology.gpkg”, **Слой** ☐ “Geology” (см. рис. п.2)



Сохранение стиля оформления слоя в GeoPackage

Для того чтобы сохранить оформление слоя и встроить его в GeoPackage нужно провести те же действия что и при обычном сохранение стиля, а именно (см. рис.): 1. зайти в свойства слоя, перейти на вкладку **Стиль**, в нижней части окна в блоке **Layer Rendering** нажать на выпадающее меню **Стиль** ☐ **Сохранить стиль...**; 2. в появившемся меню в графе **Save style** выбрать **in database (GeoPackage)**, в **Style name** указать имя слоя “Geology”.

НАСТРОЙКА ОТНОШЕНИЙ И СВЯЗЕЙ БАЗ ДАННЫХ ИЛИ КАК ПРАВИЛЬНО ПРИВЯЗЫВАТЬ ОБРАЗЦЫ1

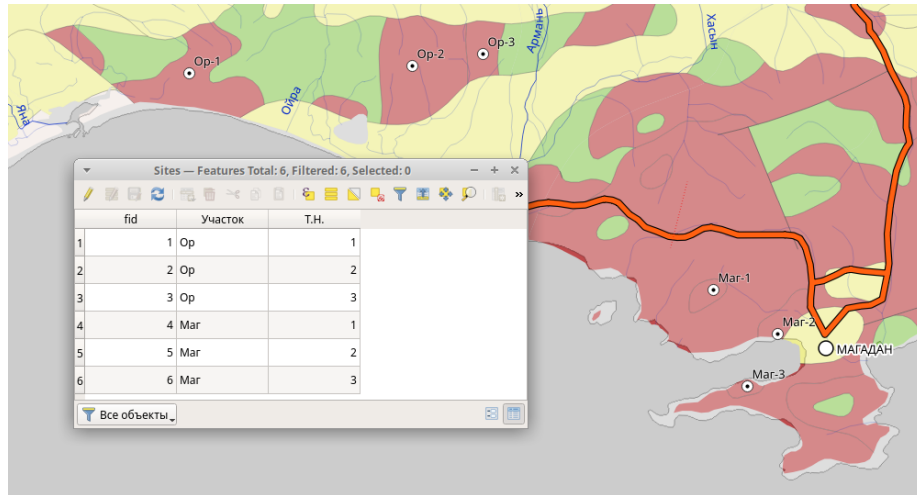


Настройка отношений и связей баз данных или как правильно привязывать образцы

Обычно при создании новых объектов в слое вы заполняете атрибуты характеризующие один элемент геометрии. Но бывают случаи когда один объект характеризуется несколькими элементами, и чтобы не создавать дублирующие поля в таблице атрибутов или клоны геометрии, необходимо создать дополнительную таблицу и настроить отношения взаимосвязи полей.

Давайте разберемся на простом и обыденном примере, а именно привязка образцов с описанием к точкам наблюдения, так как обычно вы отбираете 2-3 образца с одной точки наблюдения для различных видов анализов.

В вашем проекте существует точечный слой с точками наблюдения **Sites** (см. рис.), в таблице атрибутов имеются поля **Участок** и **Т.Н.**, первое представлено текстовым типом, второе числовым.

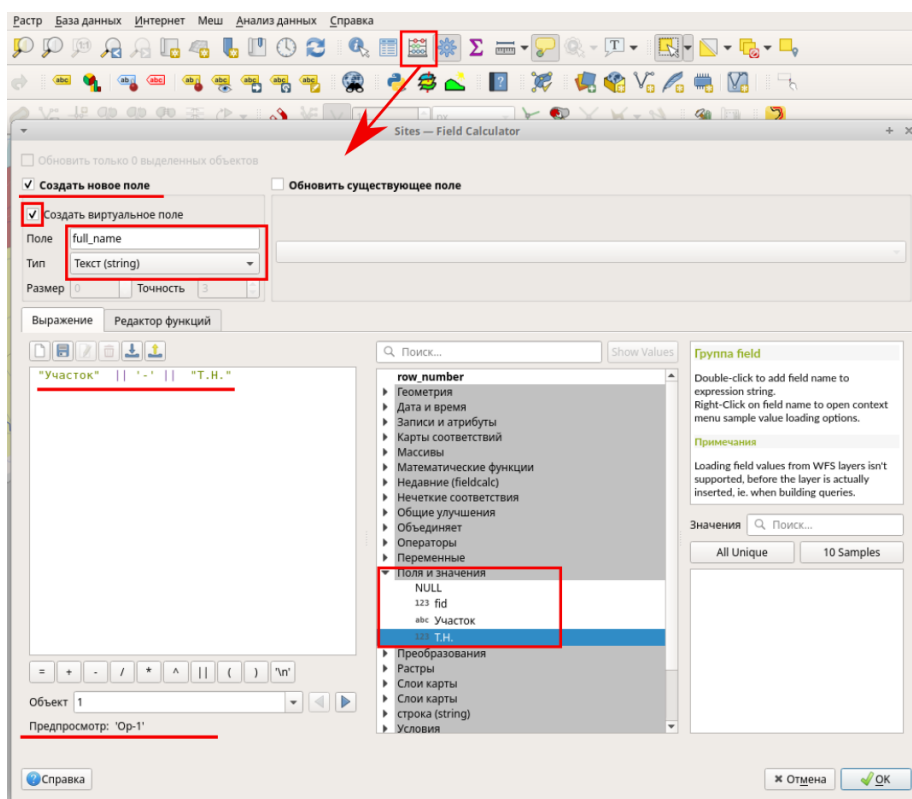


Создание уникального идентификатора поля родителя

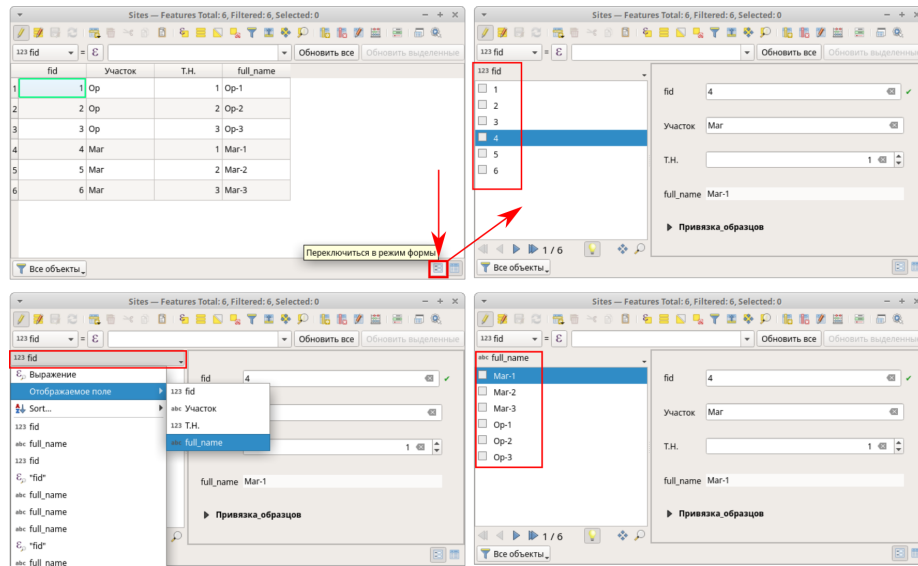
Для осуществления связи с таблицей образцов необходимо передавать уникальное значение от таблицы **Родителя** (таблица с т. н.) таблице **Ребёнку** (таблице с образцами). Как мы наблюдаем поля **Участок** и **Т.Н.** не являются уникальными, т. к. в них повторяются значения. Для генерации уникальных имён (что в дальнейшем также очень поможет в оформлении слоя) мы воспользуемся **Калькулятором полей** и создадим виртуальное поле с объединёнными значениями.

Для этого используем **Калькулятор полей** и в открывшемся окне выбираем пункт **Создать новое поле**, далее **Создать виртуальное поле**, в строке **Поле** пишем “full_name” в типе указывает **Текст**. Во вкладке **Выражение** вставляем из выпадающего дерева справа в **Поля и значения** наши поля **Участок** и **Т.Н.**, для их объединения используем кнопку **Конкатенация строк** имеющий символ **||**, а для красоты вставляем между участком и точкой наблюдения дефис. В предпросмотре отображается как будет выглядеть поле. Обратите внимание что поля указываются в двойных кавычках, в отличии от текстовых значений (дефиса). Нажимаем **ОК** и у нас сгенерировалось поле с уникальными значениями в виде полного названия точек наблюдения.

НАСТРОЙКА ОТНОШЕНИЙ И СВЯЗЕЙ БАЗ ДАННЫХ ИЛИ КАК ПРАВИЛЬНО ПРИВЯЗЫВАТЬ ОБРАЗЦЫ



В QGIS по умолчанию в системных окнах имя геометрии отображается из поля **fid**, для того чтобы отображалось сгенерированное нами **full_name** необходимо зайти в таблицу атрибутов, выбрать режим формы (см. рис), далее мы увидим что имя геометрии отображается значениями из поля **fid**. Далее вызываем контекстное меню, щёлкаем по типу поля (**fid**) и выбираем **Отображаемое поле** **full_name**. теперь в системе будут отображаться полные имена точек наблюдения.

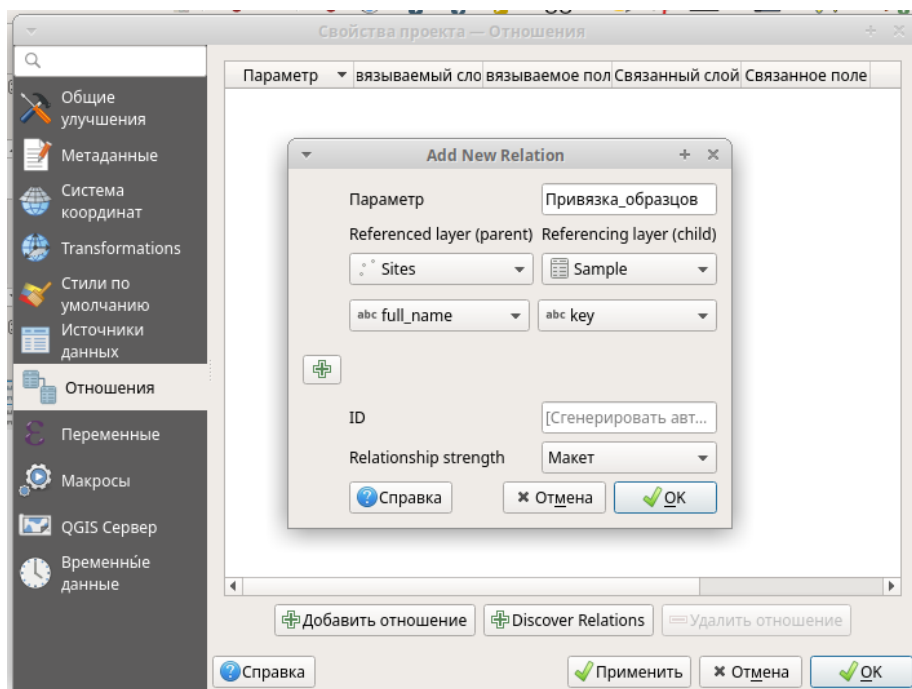


Настройка Отношений

Таблица с образцами имеет простую структуру и состоит из следующих полей: **key** – текстовое поле, которое будет получать значение от родительской таблицы (точки наблюдения); **Номер образца** – цифровое поле в котором указывается порядковый номер образца; **Описание** – текстовое поле с описанием отобранного образца; **full_name** – виртуальное поле полного имени, образованного путём генерации полей **key** и **Номер образца** разделённых между собой значком дроби.

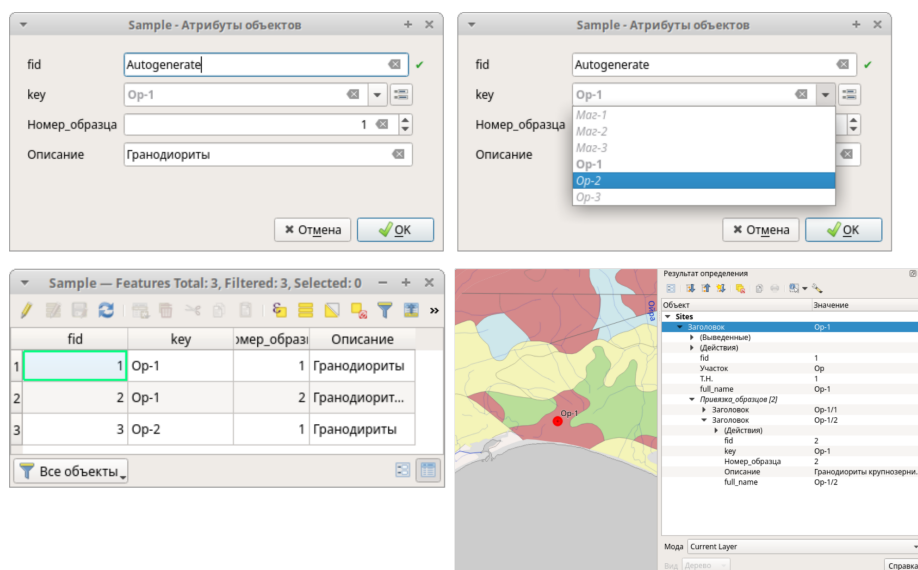
Для создание отношений между таблицами пройдите по меню **Проект** → **Свойства** и выберите вкладку **Отношения**, в открывшейся вкладке нажмите **Добавить отношение**. В новом окне вы указываете как называется отношение в поле **Параметр**. В блоке **Referenced layer (parent)** вы указываете родительский слой – **Sites** и выбираете поле **full_name**; в блоке **Referencing layer (child)** вы указываете дочернюю таблицу с образцами **Sample** и выбираете поля **key**, в нижней графе **Relationship strength** вы указываете **Composition** (**Макет** – неправильный перевод на русский) и нажимает **OK**.

НАСТРОЙКА ОТНОШЕНИЙ И СВЯЗЕЙ БАЗ ДАННЫХ ИЛИ КАК ПРАВИЛЬНО ПРИВЯЗЫВАТЬ ОБРАЗЦЫ



Добавление образцов

Теперь при создании записей в таблице образцов вы сможете выбрать участок, а используя **Определить объект** вы в меню увидите связанные с точкой наблюдения образцы (см. рис.)



Оформление окна ввода данных при создании объектов

Стандартное поле ввода атрибутов при создании и редактировании объектов содержит все данных таблицы атрибутов, пусть то автогенерируемые ID или виртуальные поля (см. рис.).

НАСТРОЙКА ОТНОШЕНИЙ И СВЯЗЕЙ БАЗ ДАННЫХ ИЛИ КАК ПРАВИЛЬНО ПРИВЯЗЫВАТЬ ОБРАЗЦЫ

The screenshot shows a dialog box titled "Sites - Атрибуты объектов". It contains several input fields: "fid" (set to "Autogenerate"), "Участок" (set to "NULL"), "Т.Н." (set to "NULL"), "Описание" (set to "NULL"), and "full_name" (set to "NULL"). Below these fields is a section titled "Привязка_образцов" (Linking samples), which is expanded to show a sub-dialog. This sub-dialog has fields for "fid" (set to "Autogenerate"), "key", "Номер_образца" (set to "NULL"), "Описание" (set to "NULL"), and "full_name" (set to "NULL"). There is also a "Выражение" (Expression) field which is currently empty. At the bottom right of the main dialog are buttons for "Отмена" (Cancel) and "OK".

Для настройки отображения видов необходимых к заполнению атрибутов перейдите в свойства слоя **Слой** ▢ **Свойства слоя...** ▢ **Attributes Form** . В верхней части окна в выпадающей вкладке выберите **Drag and Drop Designer** (рис. п. 1). Далее в появившейся колонке **Form Layout** (рис. п. 2) выделите ненужные пункты и нажмите на знак минус справа от колонки. Для добавления дополнительных меню перетащите их из первой колонки **Доступные виджеты** во вторую **Form Layout** .

The screenshot shows the "Layer Properties — Sites — Attributes Form" dialog box. The "Drag and Drop Designer" tab is active. On the left, under "Доступные виджеты" (Available widgets), there are three categories: "Fields" (containing "fid", "Участок", "Т.Н.", and "full_name"), "Отношения" (containing "Привязка_образцов"), and "Other Widgets" (containing "QML виджет" and "HTML Widget"). On the right, under "Form Layout", there is a list of fields: "fid", "Участок", "Т.Н.", and "full_name". A red box highlights the "Autogenerate", "Drag and Drop Designer", and "Provide ui-file" options in the "Form Layout" list, with a red arrow pointing to it labeled "1". A red "2" is placed next to the "Form Layout" list.

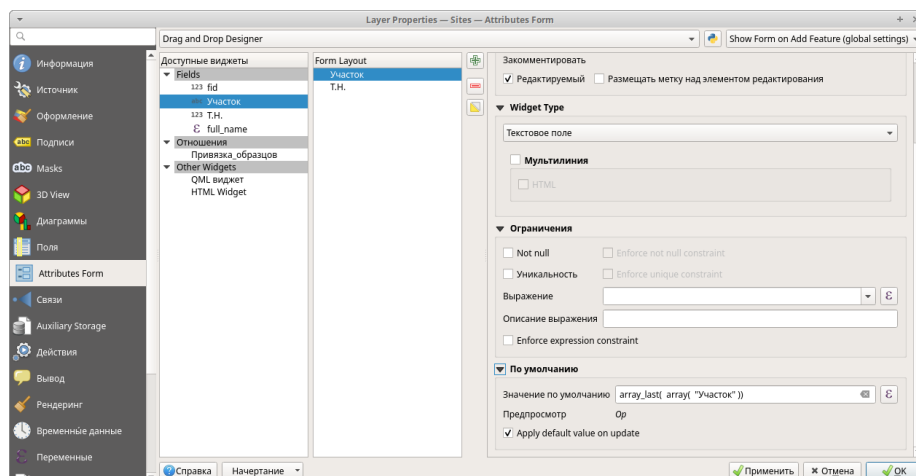
Чтобы создать вкладки в меню создания (редактирования) объектов нажмите знак плюс и укажите необходимое количество колонок для полей атрибутов (см. рис.). Ячейки в колонке на вкладке распределяются слева направо, затем новая строка, поэтому для удобства вы можете перемещать нужные поля во второй колонке **Form Layout**. Создайте две вкладки с описание точек наблюдения и образцами. В первой у вас будут поля “Участок”, “Т.Н.”, “full_name”, а во вторую добавьте таблицу “Привязка образцов” из колонки **Доступные виджеты** во вкладке **Отношения**

Оформление окна ввода данных – автозаполнение значений

Для указания диапазона вводимых значений и значений по умолчанию выберите в колонке **Доступные виджеты** нужный атрибут и в появившемся меню справа осуществите настройку. Для поля “Т.Н.” во вкладке **Widget Type** укажите диапазон значений от 0 до 100, в во вкладке **Ограничения** можете поставить галочку напротив **Not null** чтоб поле было обязательным к заполнению. Во вкладке **По умолчанию** в окне ввода **Значению по умолчанию** напишите “array_last(array(“Т.Н.”))” (см. рис.; название поля обязательно в двойных кавычках — это требования qgis для полей атрибутов). Если вы хотите чтобы автоматически ставилось следующее значение, то допишите “+1” после последней скобки, но есть некоторые особенности такой команды. Для участка поле по умолчанию запол-

НАСТРОЙКА ОТНОШЕНИЙ И СВЯЗЕЙ БАЗ ДАННЫХ ИЛИ КАК ПРАВИЛЬНО ПРИВЯЗЫВАТЬ ОБРАЗЦЫ

ните вот так – `array_last(array(“Участок”))`. Не забудьте поставить галочку ниже в поле **Apply default value on update**.



Теперь окно создание объекта выглядит более красиво и все в нем заполняется автоматически.

