

Пространственный анализ растровых данных: интерполяция. Интерполяция точечных данных

Цель: понимание интерполяции как примера пространственного анализа, освоение модуля Интерполяция в QGIS

Пространственный анализ – это произведение вычислительных операций над геоданными с целью извлечения из них дополнительной информации. Обычно пространственный анализ выполняется в ГИС-приложениях. ГИС-приложения имеют специализированные инструменты пространственного анализа для статистики объектов (например, определяет, из скольких вершин состоит полилиния) или для геообработки (например, интерполяция). Используемые инструменты зависят от области применения. Специалисты, занятые в сфере водопользования и гидрологии, больше заинтересованы в анализе рельефа с целью моделирования водного стока. Экологи используют аналитические функции, помогающие выявить взаимоотношения между территориями дикой природы и освоенными областями. Каждый пользователь сам определяет используемые инструменты в зависимости от того, какие проблемы ему нужно решить.

Интерполяция - это широко используемая методика ГИС для создания непрерывной поверхности из дискретных точек. Многие реальные явления в мире являются непрерывным: высоты, почвы, температуры и т. д. Если нам нужно смоделировать эти поверхности для анализа, невозможно провести измерения по всей поверхности. Следовательно, полевые измерения проводятся в различных точках поверхности, а промежуточные значения рассчитываются в процессе под названием 'интерполяция'. В QGIS, интерполяция осуществляется с помощью встроенного модуля Интерполяция.

Использование известных значений той или иной величины в определенных точках для оценки неизвестных значений в неизвестных точках называется **пространственной интерполяцией**. Например, создавая карту температур какой-либо страны, Вы не найдете достаточно метеостанций, равномерно распределенных по ее территории. Пространственная интерполяция помогает оценить температуры на всей территории, используя существующие данные, взятые с метеостанций. Результат такой интерполяции часто называют **статистической поверхностью**. Модели рельефа, карты осадков и накопления снега, а также карты плотности населения – вот некоторые примеры результатов пространственной интерполяции. Из-за высокой стоимости и ограниченности времени и ресурсов сбор данных обычно производится на ограниченном количестве точек. В ГИС, интерполяция полученных значений позволяет построить растровое изображение, значения пикселей которого являются оценочными значениями, полученными на основе данных точек. Например, чтобы создать цифровую модель рельефа на основе высотных данных, собранных с помощью GPS-устройства в определенных точках, выбирается метод интерполяции, подходящий для оптимальной оценки высоты в тех точках, где данные отсутствуют. Полученная модель может быть использована для проведения анализа или как основание для другой модели.

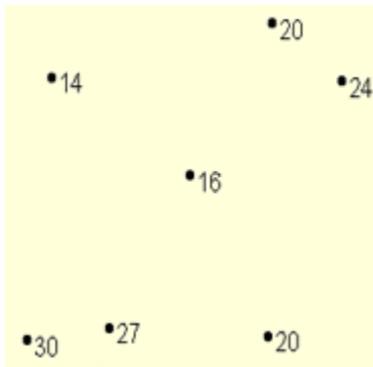
Предположением, которое делает интерполяцию жизнеспособной опцией, является то, что пространственно распределенные объекты являются пространственно коррелированными. Другими словами, то, что, близкие друг к другу объекты, как правило, имеют сходные характеристики. Например, если идет дождь на одной стороне улицы, можно предположить с высокой степенью уверенности, что дождь идет и на другой стороне улицы. Вы были бы в меньшей степени уверены, если шел дождь в городе, а также о состоянии погоды в соседнем штате.

Используя аналогию выше, легко увидеть, что значения точек, близких к точкам образца, будут похожи с большей степенью вероятности, чем те, которые находятся дальше друг от друга. Это основа интерполяции. Типичным использованием точечной интерполяции является создание поверхности высот из набора измерений образца.

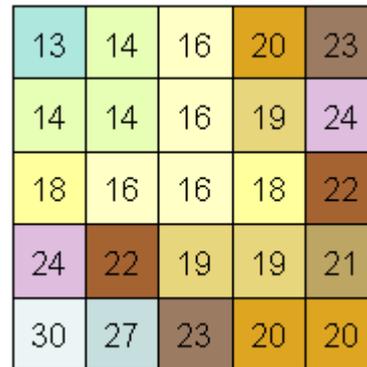
Ниже приведены некоторые типичные примеры применения инструментов интерполяции. На сопровождающих иллюстрациях будут показаны распределение и значения точек образца и созданный из них растр.

Интерполяция поверхности осадков

Входные данные здесь – набор точечных данных известных значений уровня осадков, как показано на рисунке слева. На рисунке справа показан растр, интерполированный из этих точек. Неизвестные значения предсказываются математической формулой, которая использует значения близлежащих известных точек.



Входные точечные данные осадков

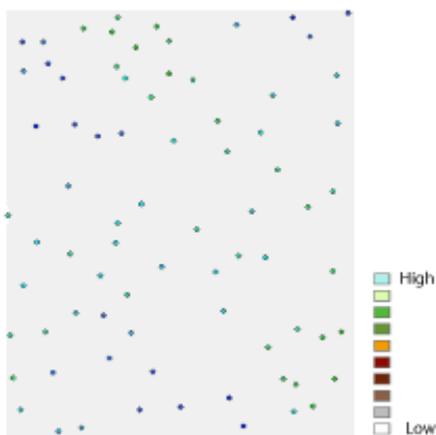


Интерполированная поверхность осадков

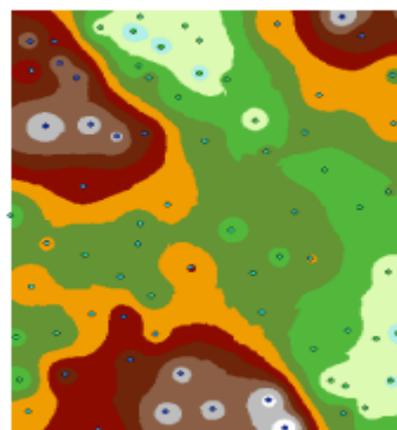
Интерполяция поверхности высот

Типичным использованием точечной интерполяции является создание поверхности высот из набора измерений образца.

На следующем рисунке каждый символ точечного слоя представляет местоположение, где была измерена высота. С помощью интерполяции будут предсказаны значения каждой ячейки между этими входными точками.



Входные точечные данные высот



Интерполированная поверхность высот

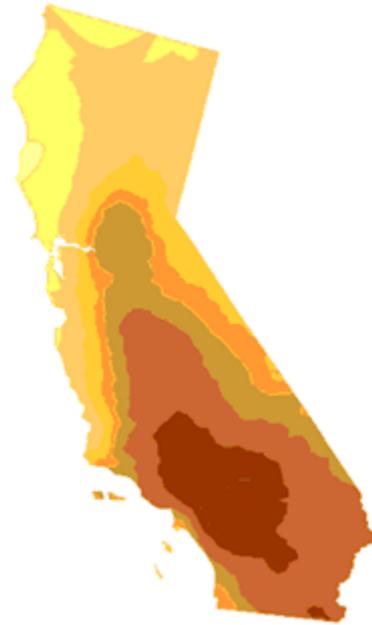
Интерполяция поверхности распределения

Как показано в примере ниже, для исследования корреляции распределения озона на болезнь легких в Калифорнии были использованы инструменты интерполяции. На

рисунке слева показаны местоположения станций мониторинга озона. На изображении справа показана интерполированная поверхность, на которой показана интерполяция для каждого местоположения в Калифорнии. Поверхность была получена с использованием метода кригинга.



Точечные местоположения станций мониторинга озона



Интерполированная поверхность

Инструменты интерполяции поверхности создают непрерывную (или прогнозируемую) поверхность по значениям, измеренным в опорных точках. Непрерывное представление поверхности для набора растровых данных отражает некоторые измерения, например, высоты, концентрации или количества чего-либо (например, высоты поверхности, загрязнения или уровня шума). Инструменты интерполяции поверхности на основании измерений в опорных точках прогнозируют значения для всех местоположений в выходном наборе растровых данных, в независимости от того, выполнялось в этой точке измерение или нет.

Существует целый ряд способов получить для каждой точки прогнозируемое значение; каждый метод рассматривается как модель. Для каждой модели существует целый ряд допущений, которые вытекают из данных; некоторые модели лучше подходят для конкретных типов данных—например, одна модель может лучше, чем другая, учитывать локальные изменения. Каждая модель прогнозирует значения с использованием различных вычислений.

Инструменты интерполяции обычно делятся на детерминированные и геостатистические методы.

Детерминированные методы интерполяции присваивают значения местоположениям, основываясь на измеренных значениях, попадающих в окрестность интерполируемой точки, и на заданных математических формулах, которые определяют сглаженность результирующей поверхности.

Детерминированные методы включают ОВП (IDW) (обратно взвешенное расстояние), Естественная окрестность (Natural Neighbor), Тренд (Trend) и Сплайн (Spline).

Геостатистические методы основываются на статистических моделях, включающих анализ автокорреляции (статистических отношений между измеренными точками). В результате этого геостатистические методы не только имеют возможность создавать

поверхность прогнозируемых значений, а также предоставляют некоторые измерения достоверности или точности прогнозируемых значений. Кригинг (Kriging) - это геостатистический метод интерполяции.

Инструмент ОВР (IDW) (англ. Inverse Distance Weighting, рус. Обратное Взвешенное Расстояние) использует метод интерполяции, оценивающий значения ячеек посредством усреднения значений образцов точек данных рядом с каждой обрабатываемой ячейкой. Чем ближе оценивается точка к центру ячейки, тем больше влияния, или веса, она имеет в процессе усреднения.

Метод интерполяции IDW заключается в том, что происходит взвешивание точек таким образом, что влияние известного значения точки затухает с увеличением расстояния до неизвестной точки, значение которой надо определить.

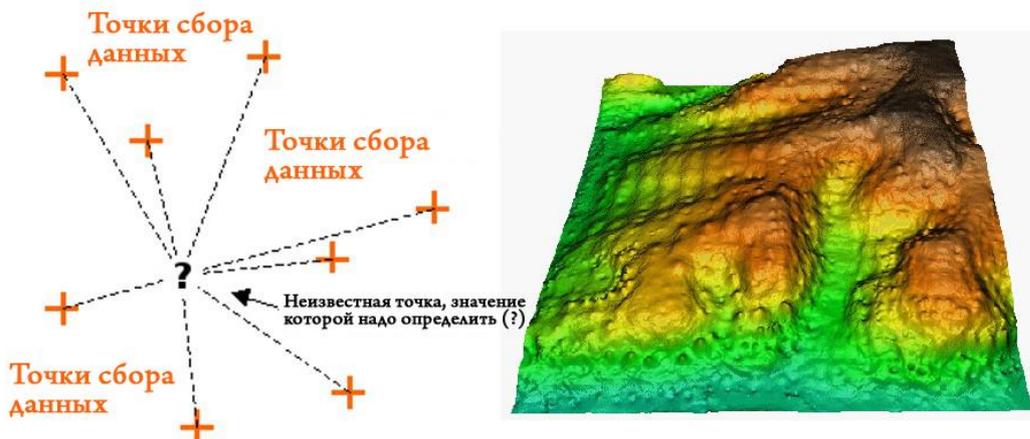


Рисунок 4 Метод интерполяции IDW, основанный на взвешенном расстоянии от точек сбора данных (слева). Итоговая поверхность рельефа создана методом IDW-интерполяции на основе точечного слоя с атрибутом высоты над уровнем моря. Источник изображения: Mitas, L., Mitasova, H. (1999)

Взвешивание присваивается точкам сбора данных на основе коэффициента взвешивания, который контролирует, как воздействие точки будет уменьшаться с увеличением расстояния до этой точки. Чем выше коэффициент взвешивания, тем меньше будет эффект, оказываемый точкой, если она будет далеко от неизвестной точки, значение которой определяется в ходе интерполяции. По мере возрастания коэффициента значение неизвестной точки будет приближаться к значению ближайшей точки сбора данных.

Важно отметить, что метод интерполяции IDW также имеет некоторые недостатки. Качество результата может снизиться, если распределение точек сбора данных носит неравномерный характер. Кроме этого, максимальные и минимальные значения интерполированной поверхности могут быть зафиксированы только в точках сбора данных. Это часто приводит к небольшим пикам и углублениям вокруг этих точек, как можно видеть на Рисунке 4.

В ГИС, результат интерполяции показан как двумерный растровый слой. На Рисунке 5 Вы можете видеть типичный результат IDW-интерполяции, основанной на точках высот, собранных на местности с помощью GPS-устройства.

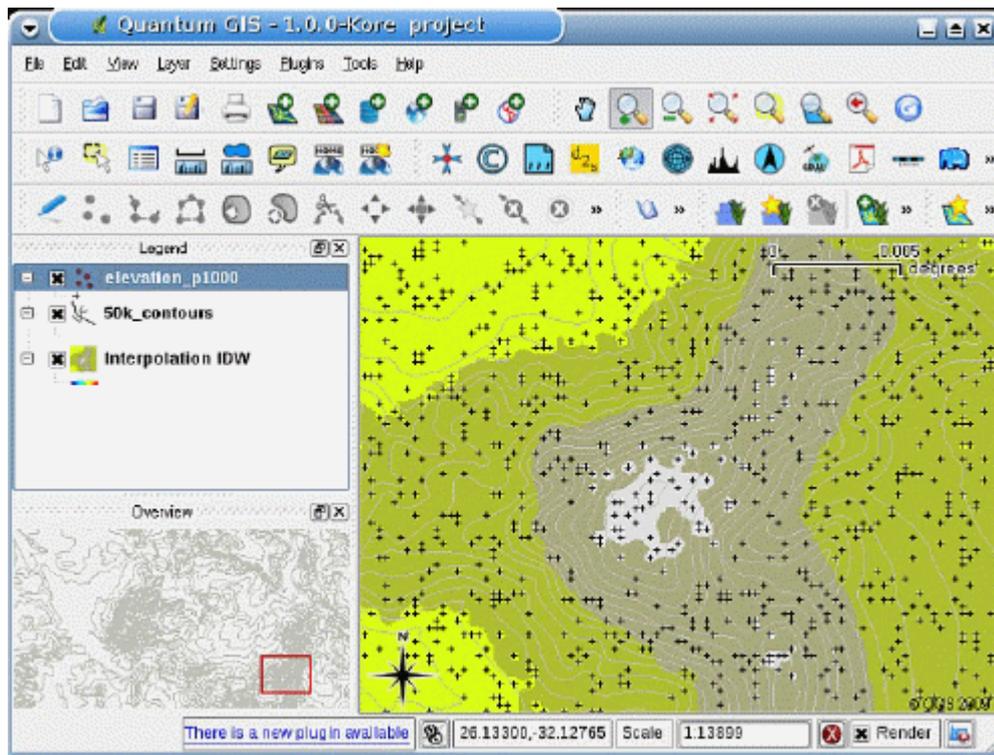


Рисунок 5: Результат IDW-интерполяции на основе случайно распределенных точек сбора данных о высотах (показаны черными крестиками).

TIN – Нерегулярная Триангуляционная Сеть

Интерполяция методом TIN – еще один инструмент, популярный в среде ГИС. Распространенный алгоритм TIN называется триангуляцией **Делоне**. Он создает поверхность, состоящую из треугольников, формируемых ближайшими точками. Для этого вокруг точек сбора данных проводятся окружности, и их пересечения соединяются в сеть компактных треугольников, примыкающих друг другу без пересечений и разрывов (см. Рисунок 6).

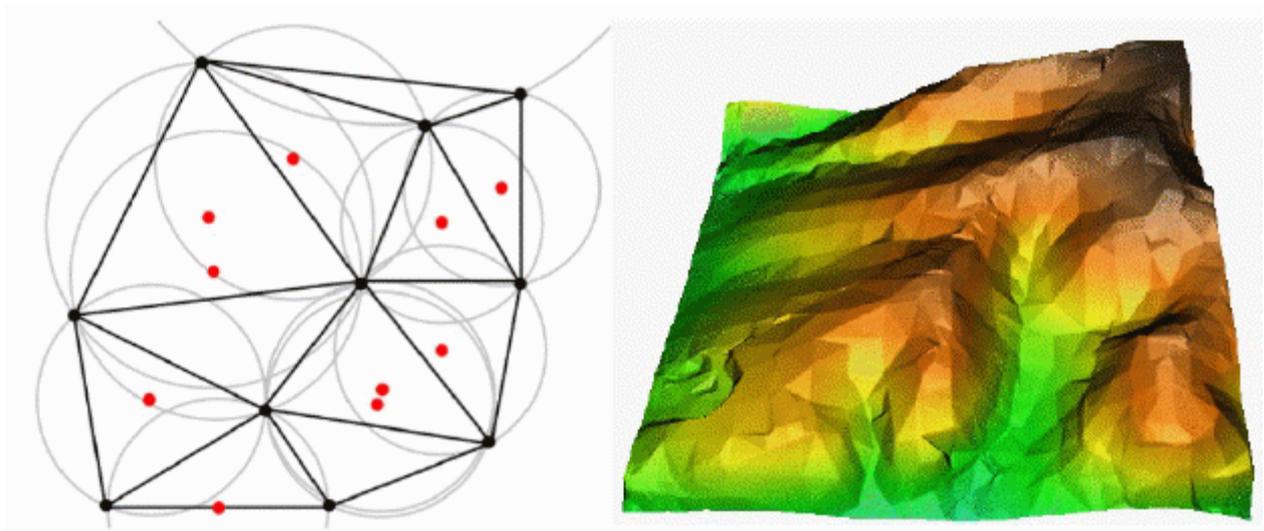


Рисунок 6: Триангуляция Делоне с окружностями, проведенными вокруг точек сбора данных (красные точки). Итоговая поверхность рельефа создана методом TIN-интерполяции на основе точечного слоя с атрибутом высоты над уровнем моря. Источник изображения: Mitas, L., Mitasova, H. (1999)

Главный недостаток метода TIN в том, что итоговая поверхность выглядит не гладкой, а весьма угловатой. Это вызвано тем, что получаемые уклоны носят прерывистый характер, т.е. имеют перепады в местах стыковки составляющих треугольников. Кроме того, триангуляция

работает только между точками сбора данных, но не вокруг, и нерегулярность точек ведет к неожиданным результатам (см. Рисунок 7).

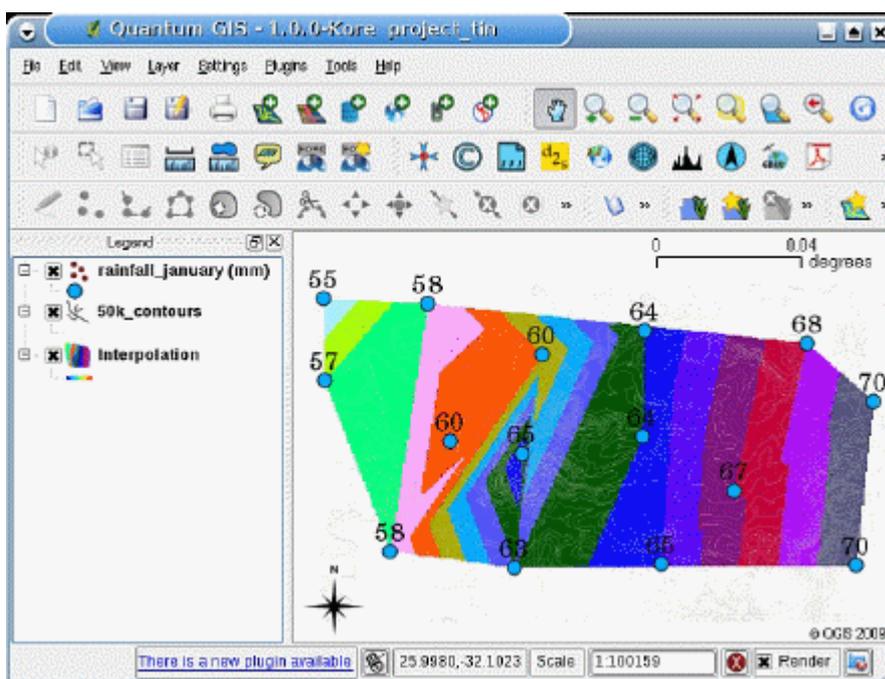


Рисунок 7: Триангуляция Делоне на основе нерегулярных точек сбора данных об осадках.

О чем стоит помнить:

Важно помнить, что не существует такого метода интерполяции, который подходил бы ко всем ситуациям. Некоторые обеспечивают более точный результат, но требовательны к вычислительным ресурсам компьютера и исполняются дольше. У всех есть достоинства и недостатки. Выбор определенного метода интерполяции зависит от особенностей входных данных, требуемого типа итоговой поверхности и уровня допустимых ошибок оценки величин. В целом, рекомендуется производить три этапа оценки:

1. Оценить входные данные с точки зрения пространственного распределения точек и подумать о том, какой характер носит распределение моделируемой величины (плавный, сконцентрированный вокруг точек и др.). Это поможет определить подходящий метод интерполяции.
2. Рассмотреть задачу и найти метод, который подходит наилучшим образом. Если есть сомнения, можно попробовать несколько методов.
3. Сравнить результаты и выбрать лучший результат, а следовательно – самый подходящий метод.

Поначалу этот процесс будет выглядеть сложным, но по мере приобретения опыта работы с разными методами интерполяции время, необходимое для генерации подходящей поверхности, сильно сократится.

Другие методы интерполяции

Хотя в данном разделе мы остановились на методах **IDW** и **TIN**, существует множество других методов интерполяции, например, RST (англ. Regularized Splines with Tension, рус. Регуляризованный Сплайн с Натяжением), Кригинг (англ. Kriging) или Трендовая интерполяция (англ. Trend Surface Interpolation).

Кригинг

Кригинг (Kriging) – улучшенная геостатистическая процедура, генерирующая приблизительную поверхность из рассеянного набора точек со значениями **Z**. В отличие от других методов интерполяции, перед выбором оптимального метода оценки, который будет

использоваться для построения итоговой поверхности, необходимо сделать исследование пространственного поведения явления, представленного z-значениями.

Естественный сосед

Интерполяция естественной окрестности находит самое близкое подмножество входных образцов к запрошенной точке и применяет к ним взвешенные значения, основанные на пропорциональных областях, чтобы интерполировать значение (Sibson, 1981) Она также известна как интерполяция Сибсона или "захватывающей области".

Сплайн

Инструмент Сплайн использует метод интерполяции, который оценивает значения, используя математические функции, которые сводят к минимуму общую кривизну поверхности, что приводит к сглаженной поверхности, которая проходит точно через входные точки.

Сплайн с барьерами

Инструмент Сплайн с барьерами использует метод, сходный с используемым в инструменте Сплайн (Spline). Основное отличие заключается в том, что этот инструмент учитывает перерывы, закодированные во входных барьерах и входных данных точек.

Топо в растр

Инструменты Топо в растр и Топо в растр по файлам используют метод интерполяции, специально разработанный для создания поверхности, которая более точно представляет естественную дренажную поверхность и лучше сохраняет сети линий рёбер и потоков из входных данных изолиний.

Используемый алгоритм основан на алгоритме ANUDEM, разработанном Хатчинсоном и другими специалистами в Австралийском Национальном Университете.

Тренд

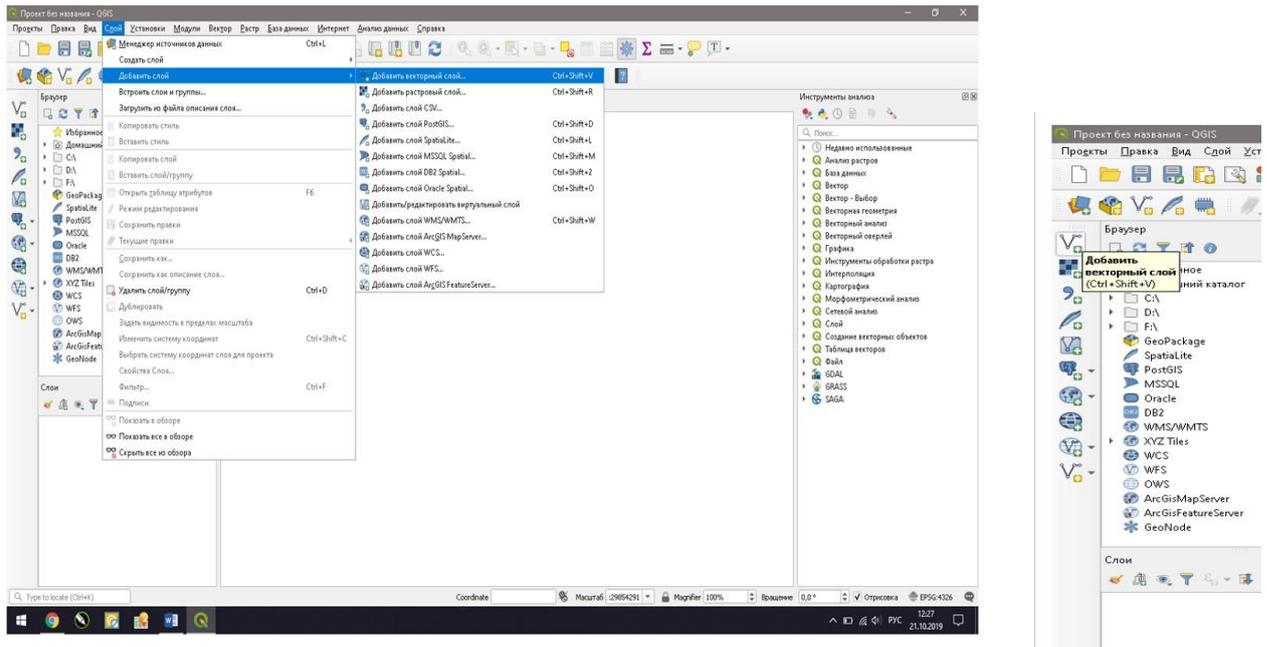
Тренд – глобальная полиномиальная интерполяция, соответствующая ровной поверхности, определенной математической функцией (полиномом) для входных точек образца. Поверхность тренда постепенно изменяется и охватывает шаблоны грубых масштабов в данных.

Подведем итоги:

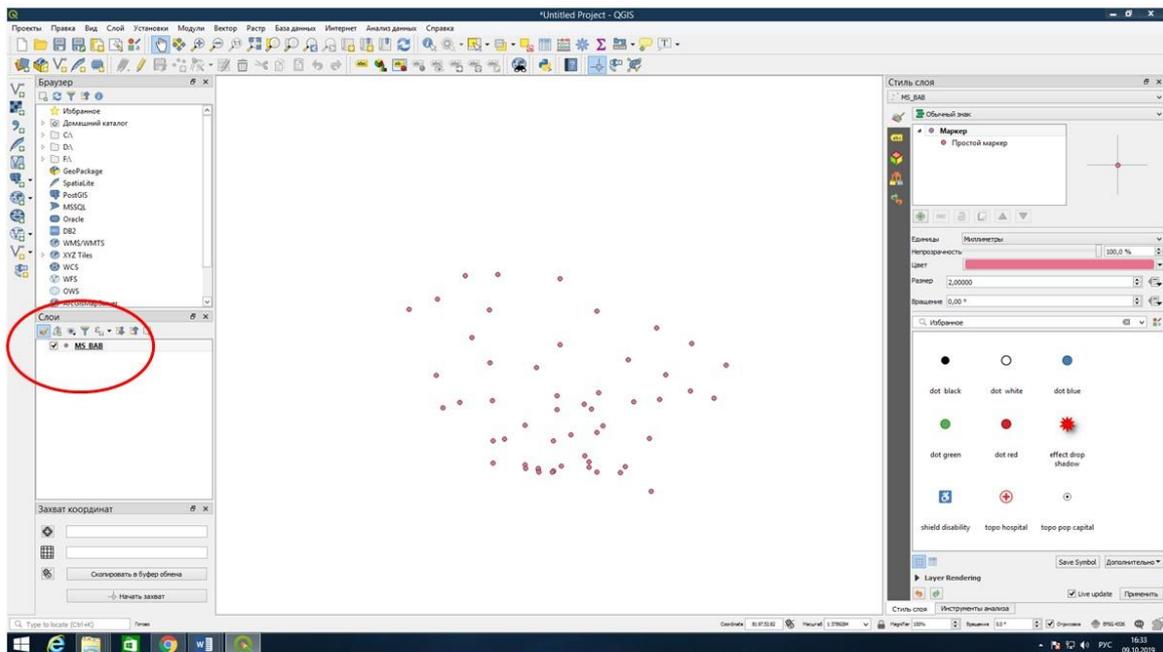
- **Интерполяция** использует векторные точки с известными значениями той или иной величины для оценки этой величины в неизвестных точках и создает растровую поверхность, покрывающую всю область исследования.
- Результат интерполяции – **растровый слой** того или иного формата.
- Существует множество различных методов интерполяции. Для оптимальной оценки величины важно выбрать **подходящий метод интерполяции**.
- **IDW-интерполяция** присваивает входным точкам коэффициенты взвешивания так, что воздействие точек затухает с увеличением расстояния до новой точки, где производится оценка значения величины.
- **TIN-интерполяция** использует входные точки для создания поверхности, состоящей из прилегающих друг к другу треугольников, основываясь на пространственном распределении этих точек.

1 Запустите QGIS из иконки на рабочем столе, меню Пуск и т.п., в зависимости от того, как Вы настроили его установку.

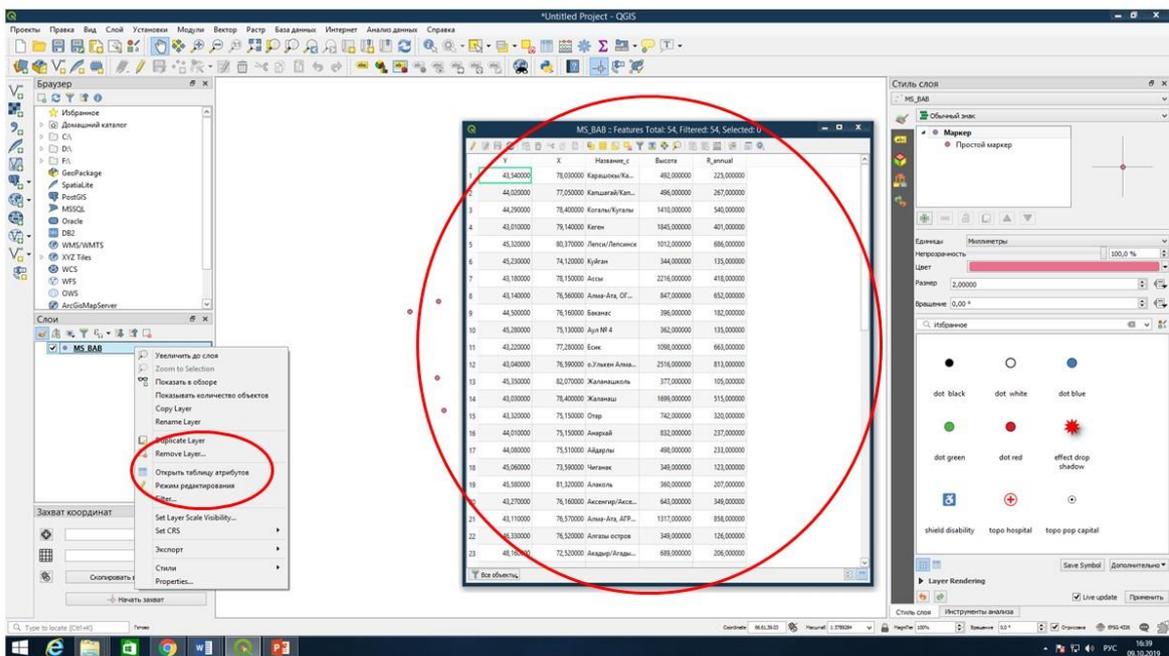
2 Перейдите на панели главного **Меню** ко вкладке **Слой** затем из списка опций выберите **Добавить слой** и в следующем списке выберите **Добавить векторный слой** или нажмите на кнопку **Добавить векторный слой** на боковой **Панели инструментов**. В открывшемся диалоговом окне найдите и выберите файл *MS_BAB.shp*, нажмите затем кнопку **Добавить** и закройте диалоговое окно.



Вы увидите в области карты точки, которые представляют собой метеорологические станции на юго-востоке Казахстана. Также Вы увидите этот файл в **Список слоёв / Обзоратель**

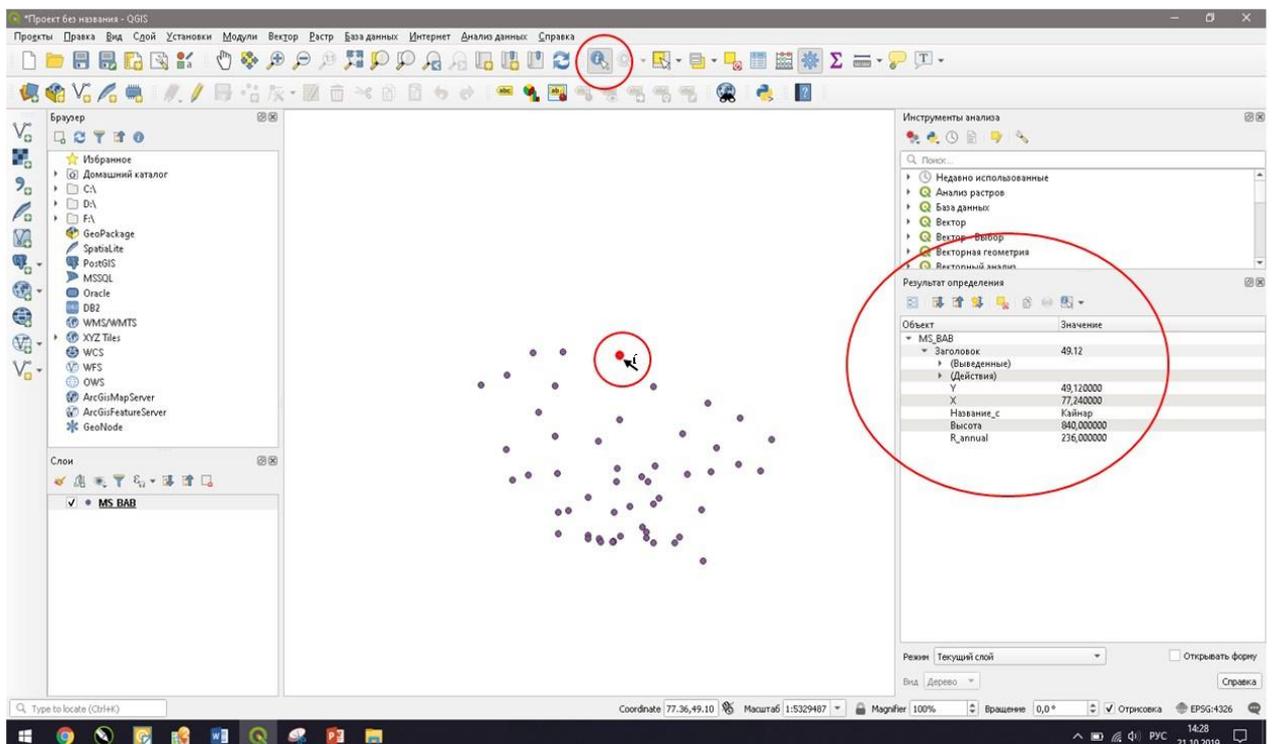


3 Нажатие по слою правой кнопкой мыши откроет меню с опциями слоя. Из списка функций слоя *MS_BAB.shp* выберите функцию **Открыть таблицу атрибутов**, откроется диалоговое окно Таблица атрибутов файла *MS_BAB.shp*. В таблице представлена информация об объектах слоя *MS_BAB.shp* – долгота и широта каждой метеостанции (X,Y), название метеостанции (*Название_c*), высота над уровнем моря в метрах (*Высота*) и значение среднегодовой суммы осадков на каждой станции (*R_annual*).



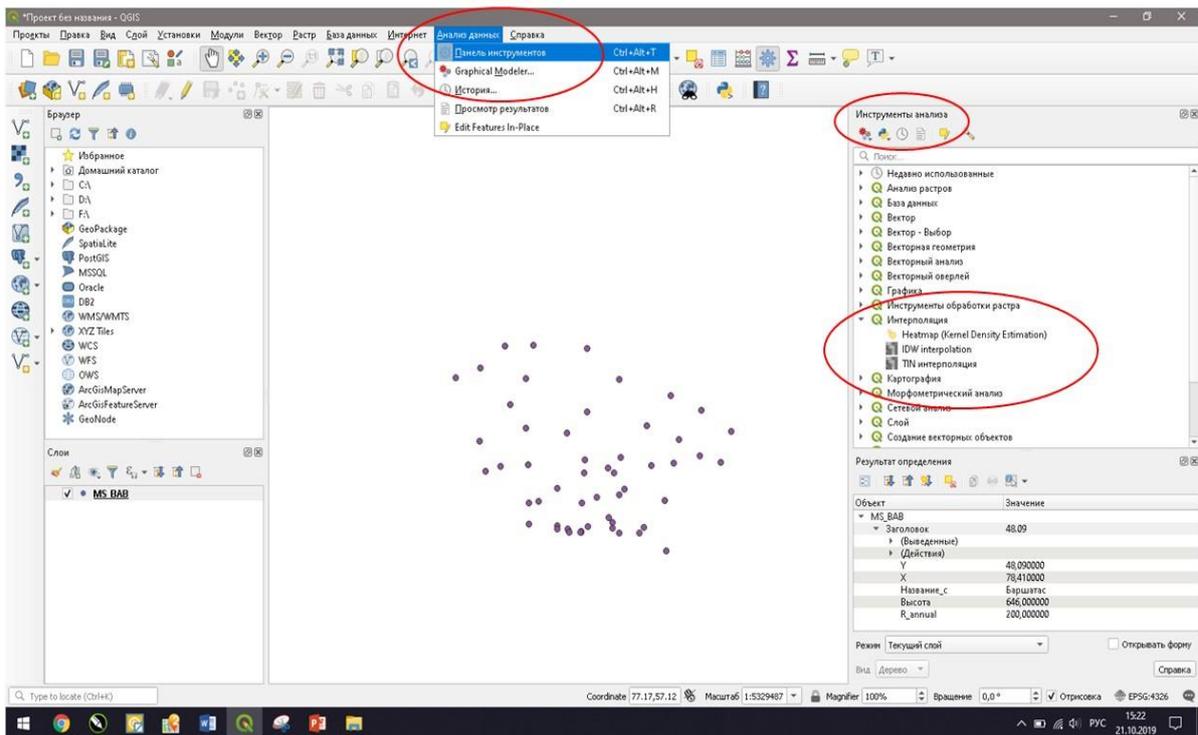
На данном этапе пока сверните или закройте окно Таблица атрибутов слоя *MS_BAB.shp*.

4 На панели главного Меню нажмите на кнопку **Identify tool / Определить объекты** и нажмите на любой из точечных объектов в области карты. Вы увидите, что появится окно **Identify Results / Результаты определения** со значениями атрибутов точки. В этом случае, атрибут (*R_annual*) содержит значение среднемноголетней годовой суммы осадков в этой точке (станции). Эти значения мы будем использовать в качестве входных данных для интерполяции.

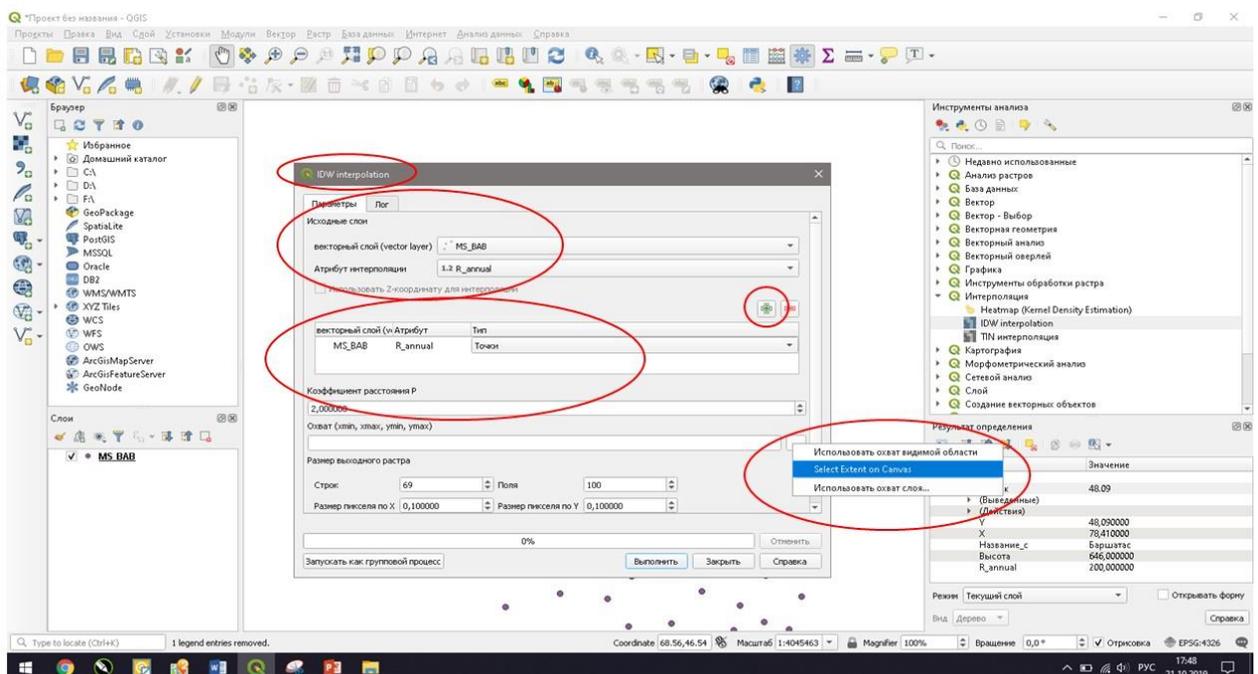


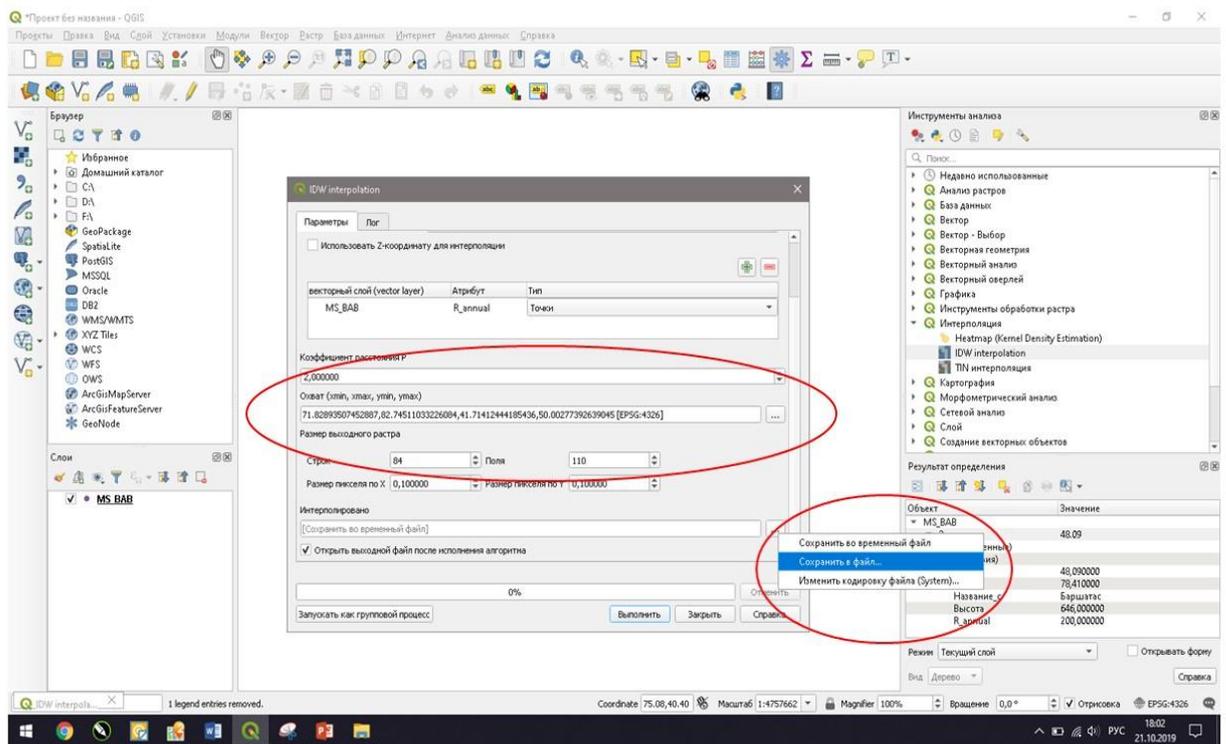
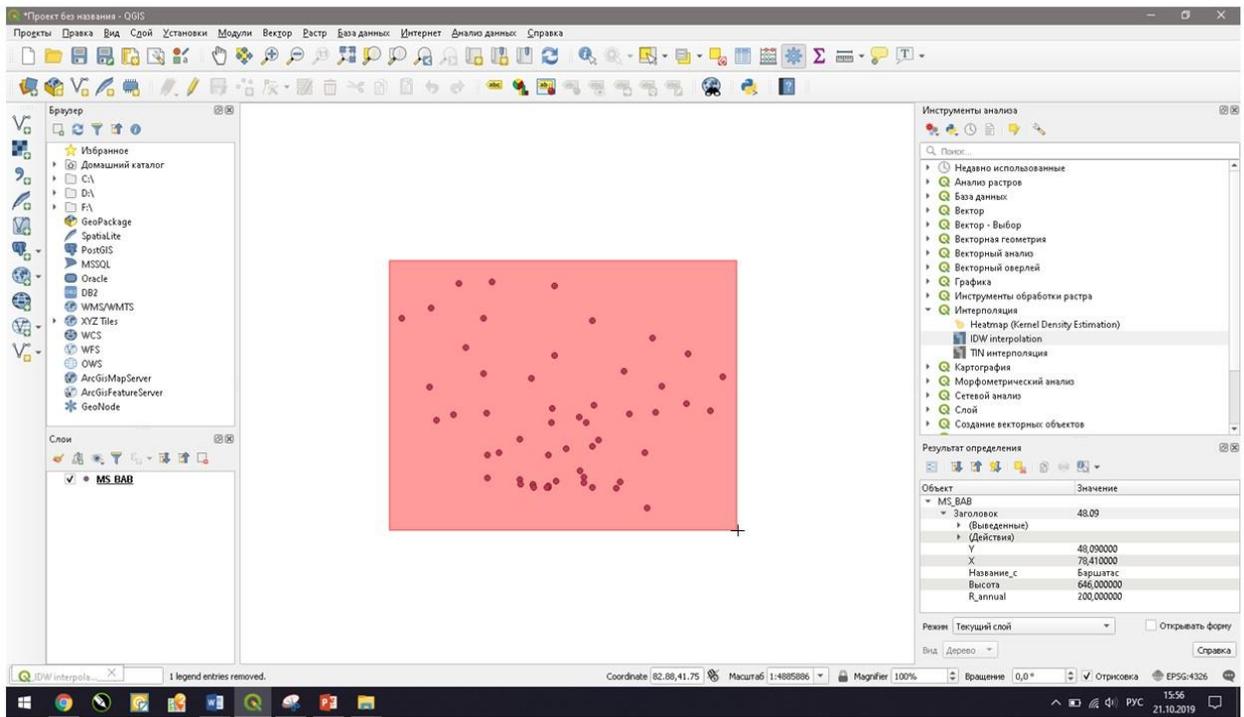
5 Убедитесь, что **Interpolation plugin / модуль Интерполяция** активен. Для этого на панели главного Меню перейдите ко вкладке **Анализ данных** затем из списка опций выберите

опцию **Панель инструментов**. В появившемся окне **Инструменты анализа** перейдите ко вкладке **Интерполяция**.

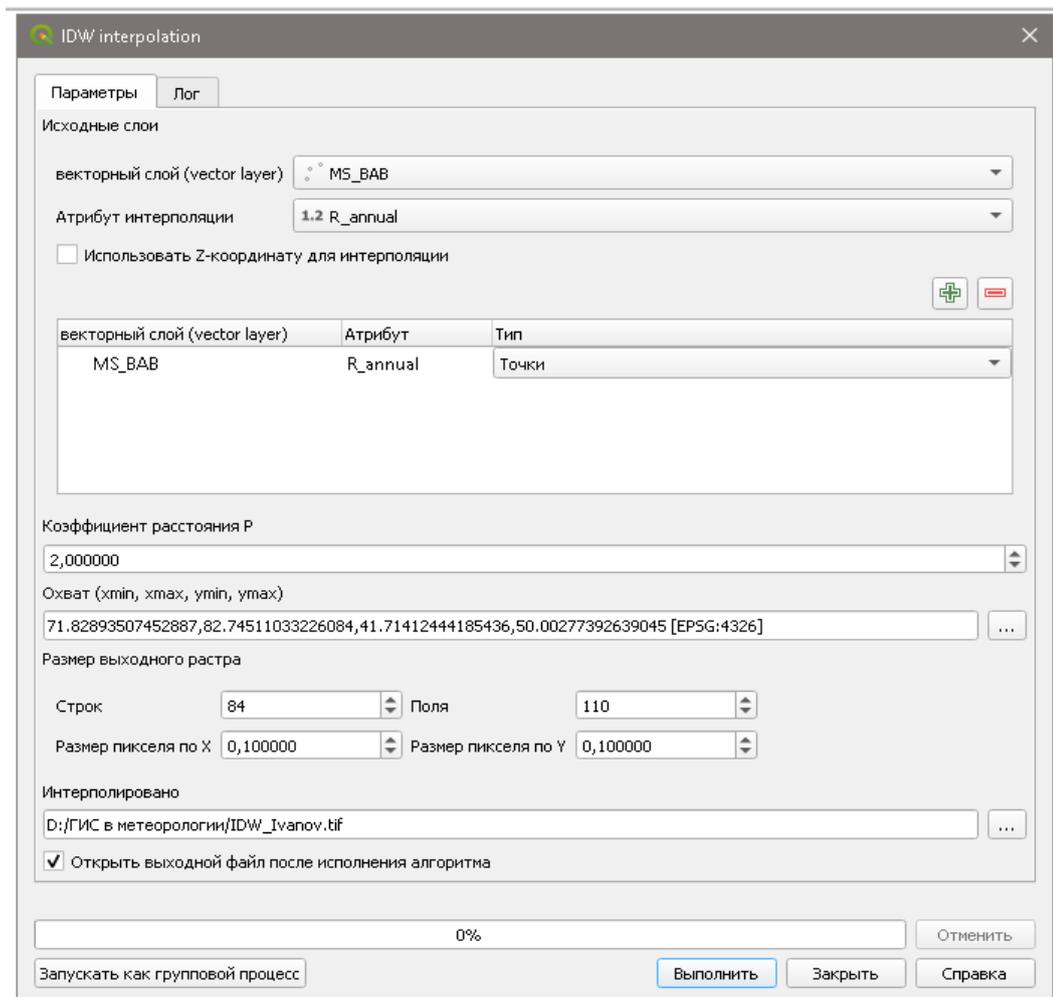
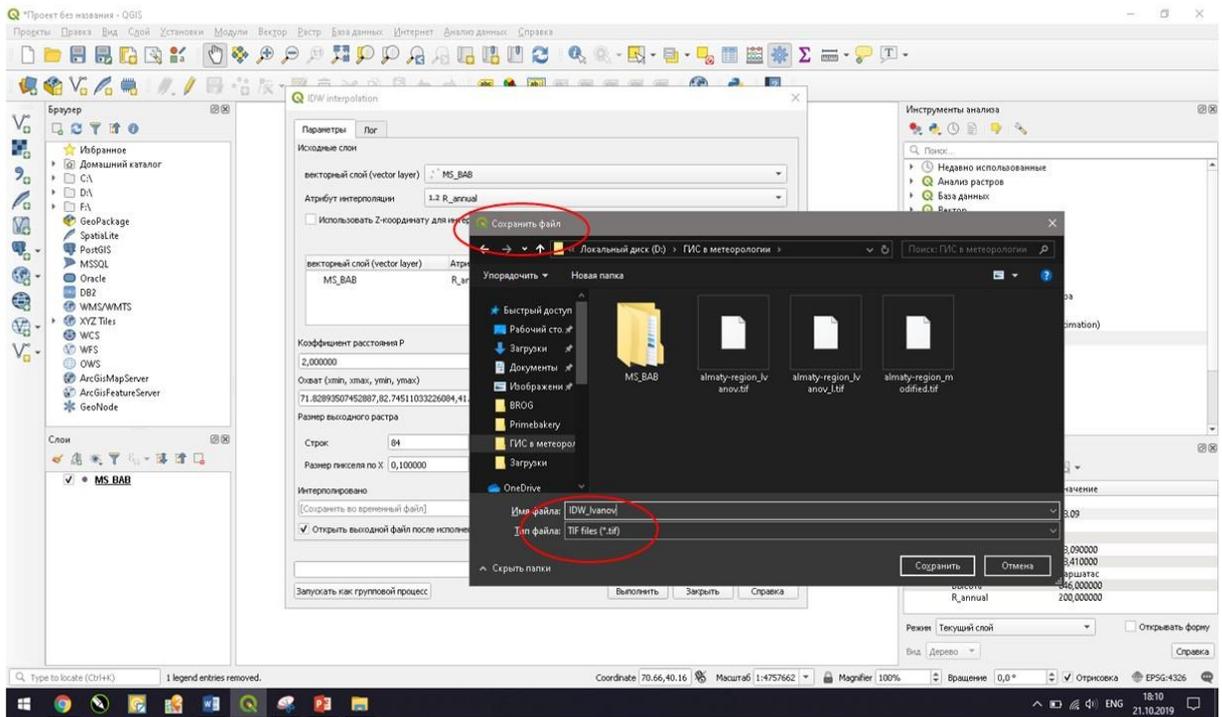


Затем двойным щелчком правой кнопки мыши выберите из списка **IDW interpolation**. В появившемся диалоговом окне **IDW interpolation** в поле **Исходные слои** выберите **MS_BAB.shp** как исходный **векторный слой / vector layer**, а **R_annual** как **атрибут интерполяции** затем нажмите на иконку **Добавить (зеленый плюс)**. Вы увидите, что указанные вами векторный слой и атрибут появятся в таблице ниже. В поле **Охват** выберите **Select Extent on Canvas/ Выберите область на карте**, после этого в области карты вы увидите курсор в виде крестика, вам необходимо указать охват, т.е. область для интерполяции, удерживая курсор – крестик правой кнопкой мыши нарисуйте область охвата в области карты. Как только вы выделите область охвата, в диалоговом окне **IDW interpolation** в поле охват вы увидите координаты выделенной вами области.





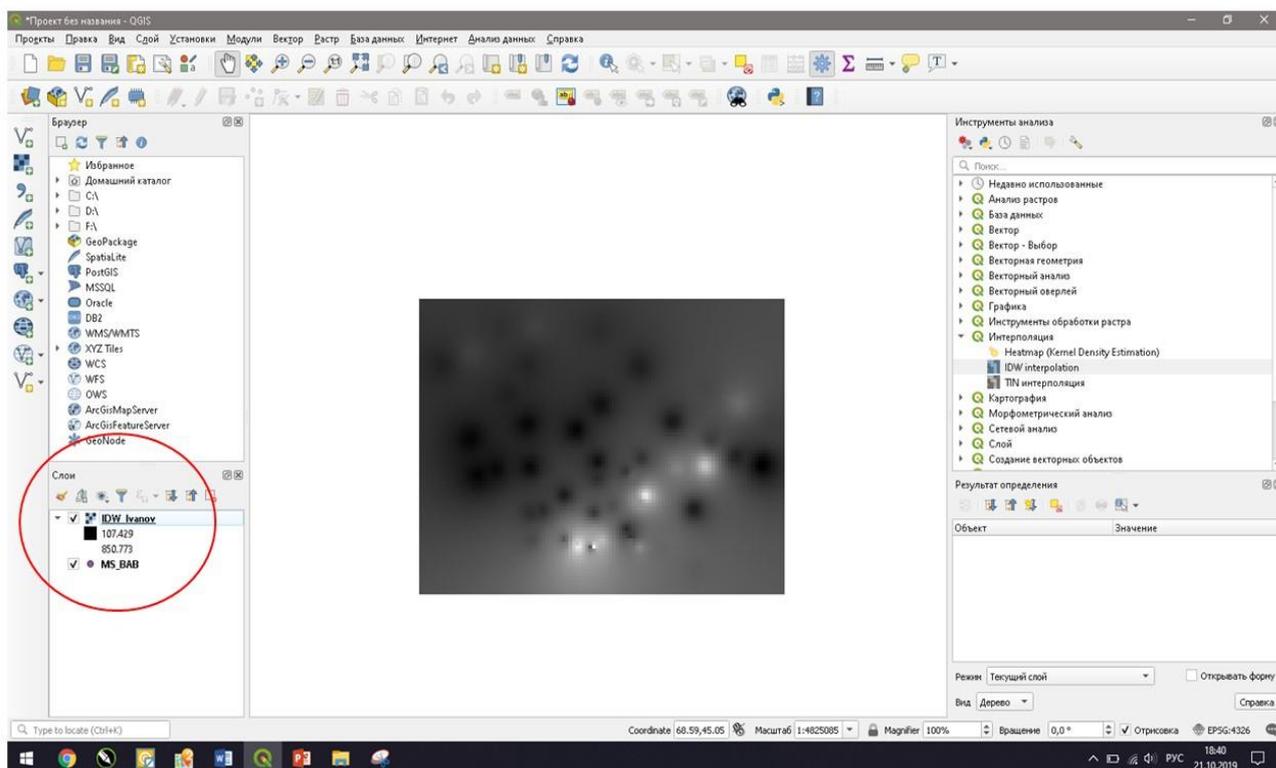
6 В поле **Интерполировано** выберите опцию **Сохранить в файл**, в диалоговом окне **Сохранить файл** задайте имя файлу как **IDW_Ваша фамилия** (сохраните файл в той же папке, где хранятся ваши векторные и растровые слои) и нажмите **Сохранить**. Поставьте галочку напротив опции **Открыть выходной файл после исполнения алгоритма**. В итоге, диалоговое окно **IDW interpolation** будет иметь следующий вид.



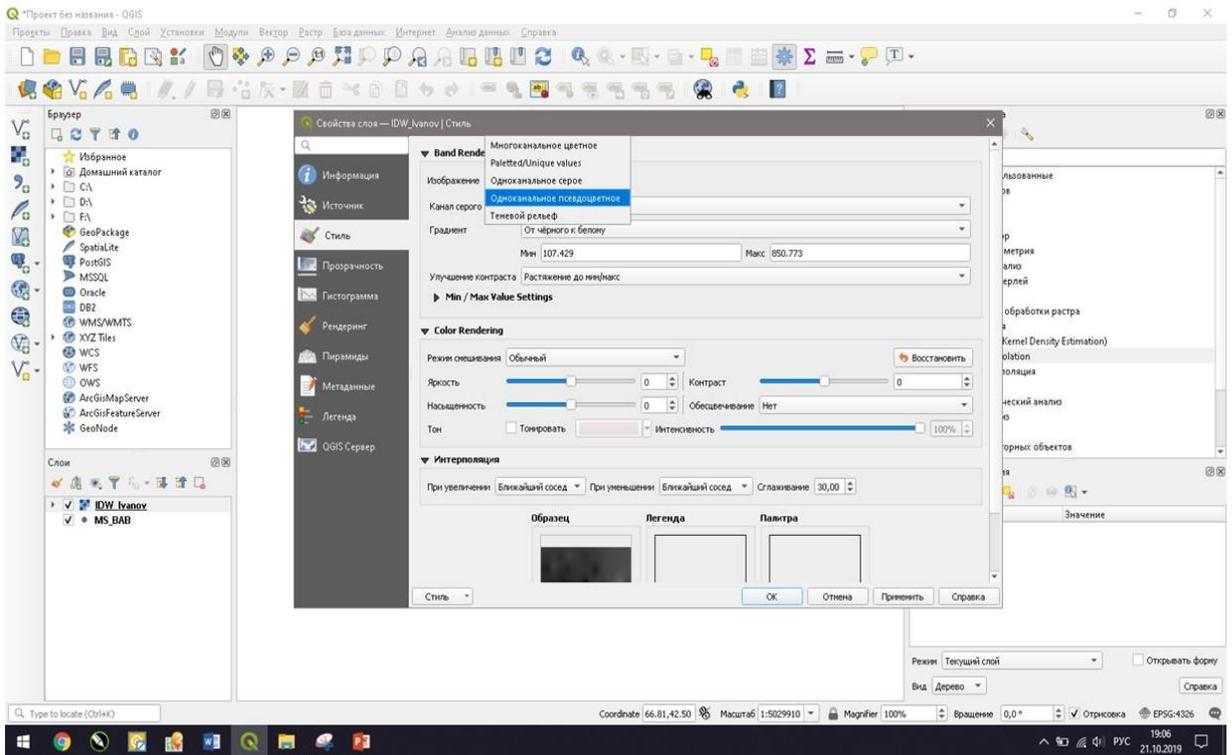
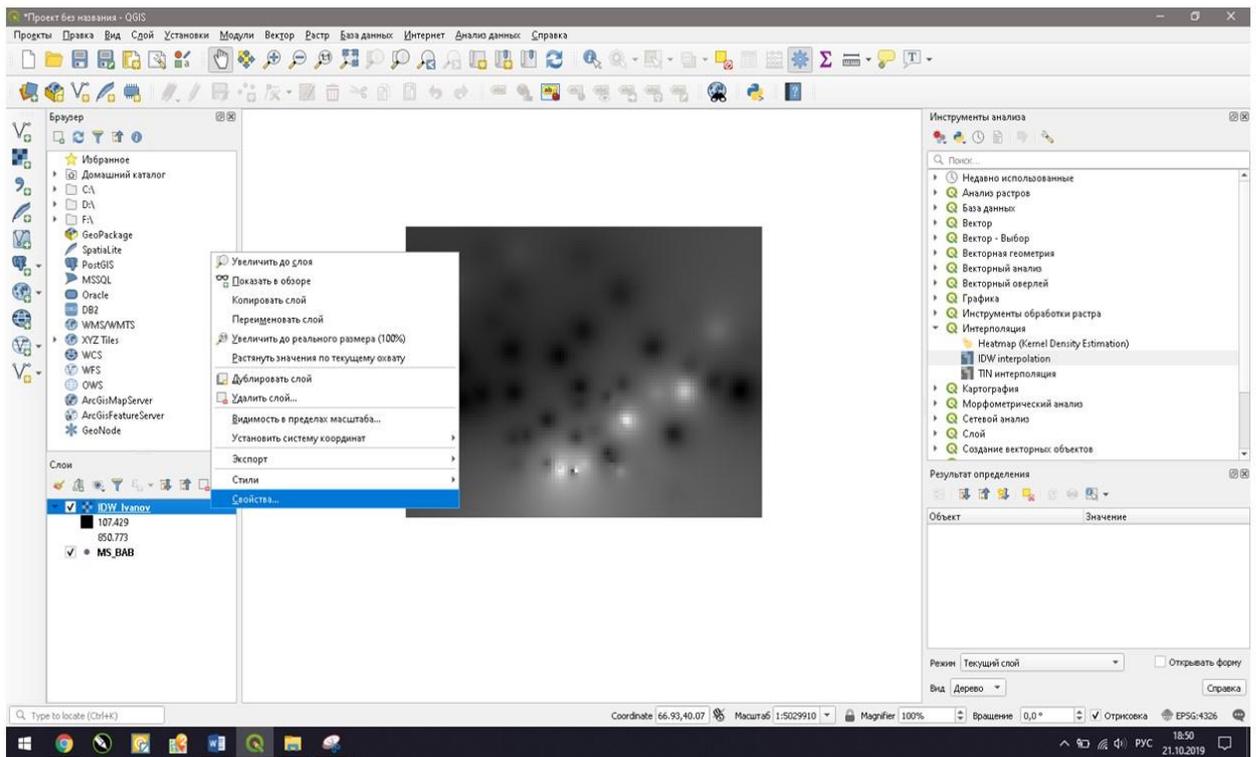
7 Убедившись, что поля в диалоговом окне заполнены корректно нажмите **Выполнить**. После завершения процесса закройте диалоговое окно. После завершения процесса

интерполяции, выходной растровый слой добавиться в текущий проект. Растровый слой, который вы получили, представляет собой интерполированную поверхность осадков, которую вы получили, используя известные значения годовых сумм осадков в определенных точках (метеостанции).

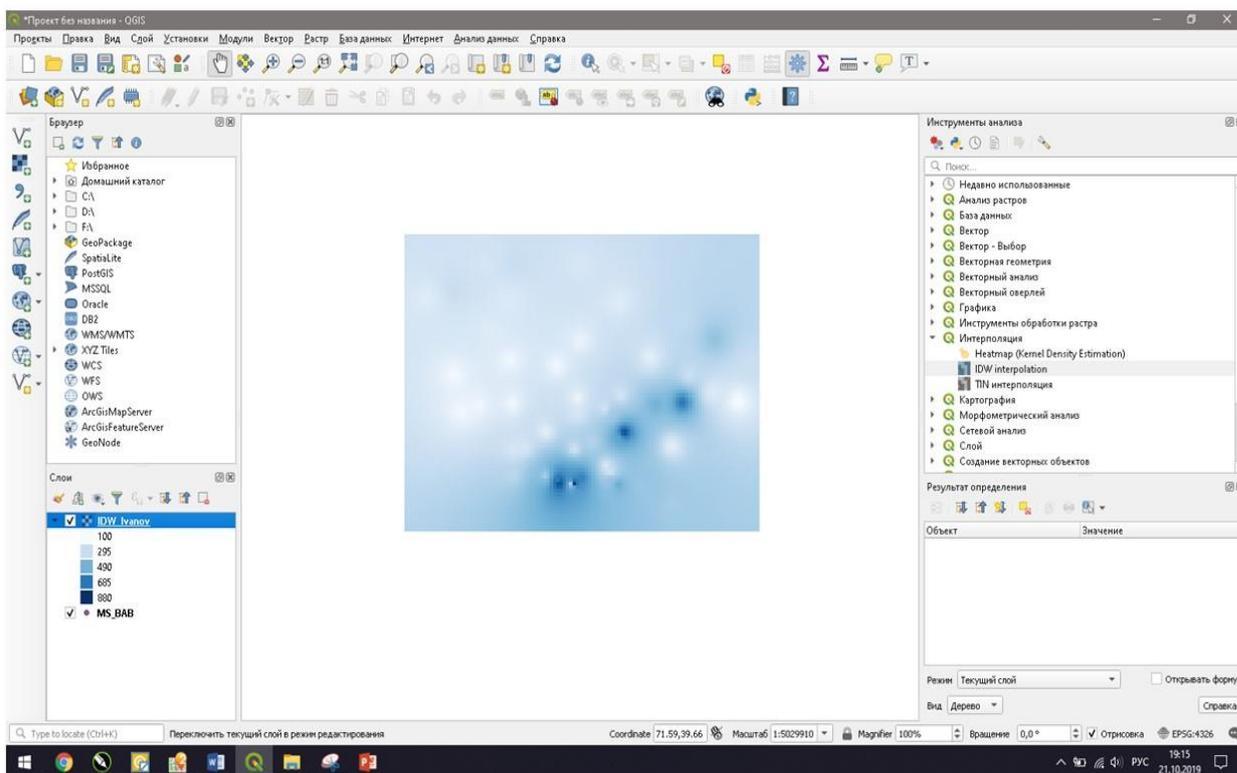
Результаты интерполяции могут значительно различаться в зависимости от выбранного вами метода и параметров. Интерполяция QGIS поддерживает методы интерполяции Триагулированная нерегулярная сеть (TIN) и Обратное взвешивание (IDW). Метод TIN обычно используется для данных о высоте, тогда как метод IDW используется для интерполяции других типов данных, таких как концентрации минералов, популяции и т. д.



8 Выделите правой кнопкой мыши растровой слой **IDW_Ваша фамилия**, затем щелкнув левой кнопкой мыши из списка опций слоя выберите опцию **Свойства**. В открывшемся диалоговом окне **Свойства слоя** во вкладке **Стиль** в поле **Band Rendering** в поле **Изображение** выберите **Одноканальное псевдоцветное**, укажите **минимальное и максимальное значения годовых сумм осадков** (100 и 880 мм соответственно, согласно данным атрибутивной таблицы векторного слоя **MS_BAB.shp**), в поле **градиент** выберите голубой, в поле **Мода** выберите **Равные интервалы**. Вы увидите, что поле **Классов** станет активным, указанная в этом поле по умолчанию цифра 5 означает количество классов. Затем нажмите кнопку **Классифицировать**, затем **Применить**, затем **ОК** и закройте диалоговое окно **Свойства слоя**.



цвета. Существуют различные методы классификации. В данном случае, количество классов равно 5, а цветовая гамма голубая – чем темнее оттенок, чем более большее значение в ячейке, т.е. чем темнее цвет, тем более больше значение (величина) годовой суммы осадков в ячейке.



Раздел Классификация (Classification) отображает метод классификации по умолчанию. Вы можете изменить количество используемых классов, выбрав в ниспадающем списке Классы (Classes) желаемые классы, вы также можете выбрать другой метод классификации или внести дальнейшие изменения, нажав кнопку Классифицировать (Classify).

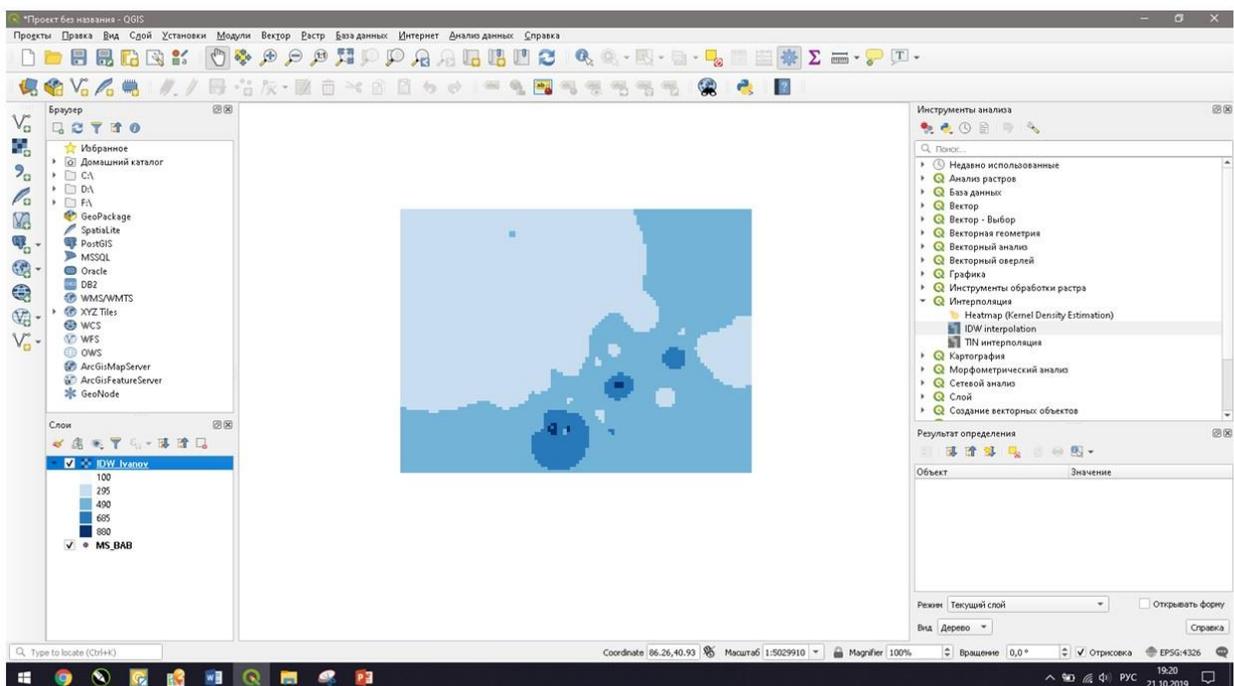
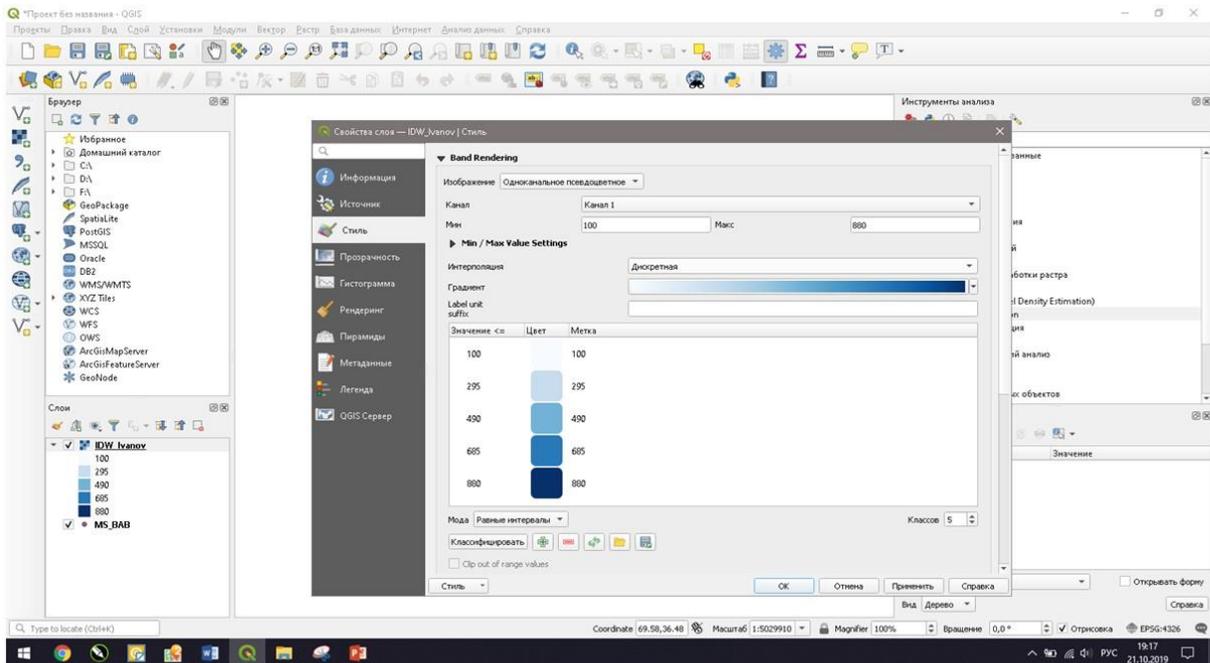
Если вы хотите определить свои собственные классы, вы можете вручную установить разделители классов и диапазоны, которые нужны для ваших данных. Либо вы можете начать с выбора стандартной схемы и затем внести нужные изменения. Для отображения ваших данных на карте уже могут существовать определенные стандарты или указания. Например, карты температур чаще всего имеют ступени градации в 10 градусов, или вам может понадобиться выделить объекты с особыми свойствами, например, имеющие значение выше или ниже порога значений. В этом случае используется метод классификации Вручную (Manual).

Метод равных интервалов разбивает диапазон значений атрибута на поддиапазоны равного размера. Здесь можно задать количество интервалов, а ГИС-приложение автоматически определит границы классов, основываясь на диапазоне значений. Метод равных интервалов наиболее подходит для известных диапазонов значений, например, процентов или температур. Данный метод акцентирует внимание на величине значения атрибута относительно других значений. Метод заданных интервалов позволяет указать размер интервала, который будет использован для определения последовательности классов с одинаковым диапазоном значений.

Квантиль - каждый класс содержит одинаковое число объектов. Такая классификация хорошо подходит для линейно распределенных данных. Этот метод назначает в каждый

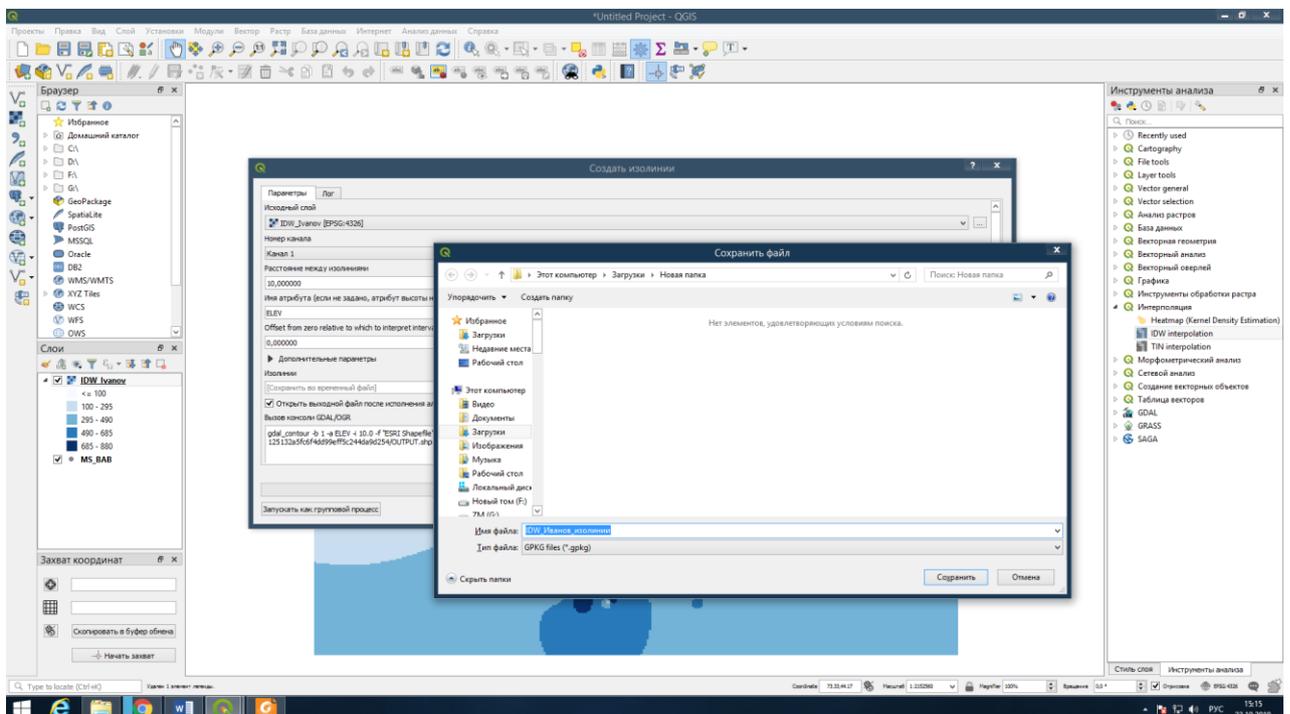
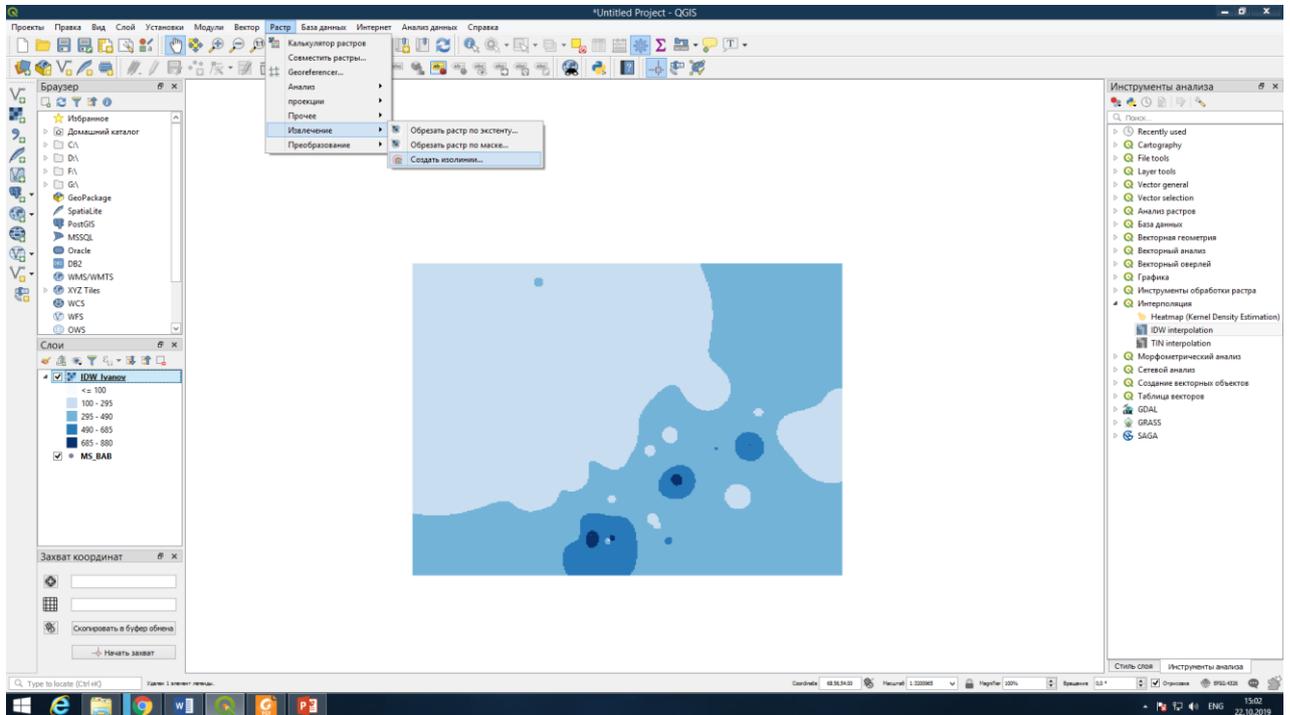
класс одинаковое количество данных. Здесь не бывает пустых классов, или классов, содержащих слишком малое или слишком большое количество значений. Поскольку объекты сгруппированы по принципу их одинакового количества в каждом классе с применением классификации методом квантиля, полученная карта может ввести в заблуждение. Похожие объекты могут попасть в разные классы, а объекты с существенно разными значениями могут оказаться в одном классе. Вы можете минимизировать искажение, увеличивая число классов.

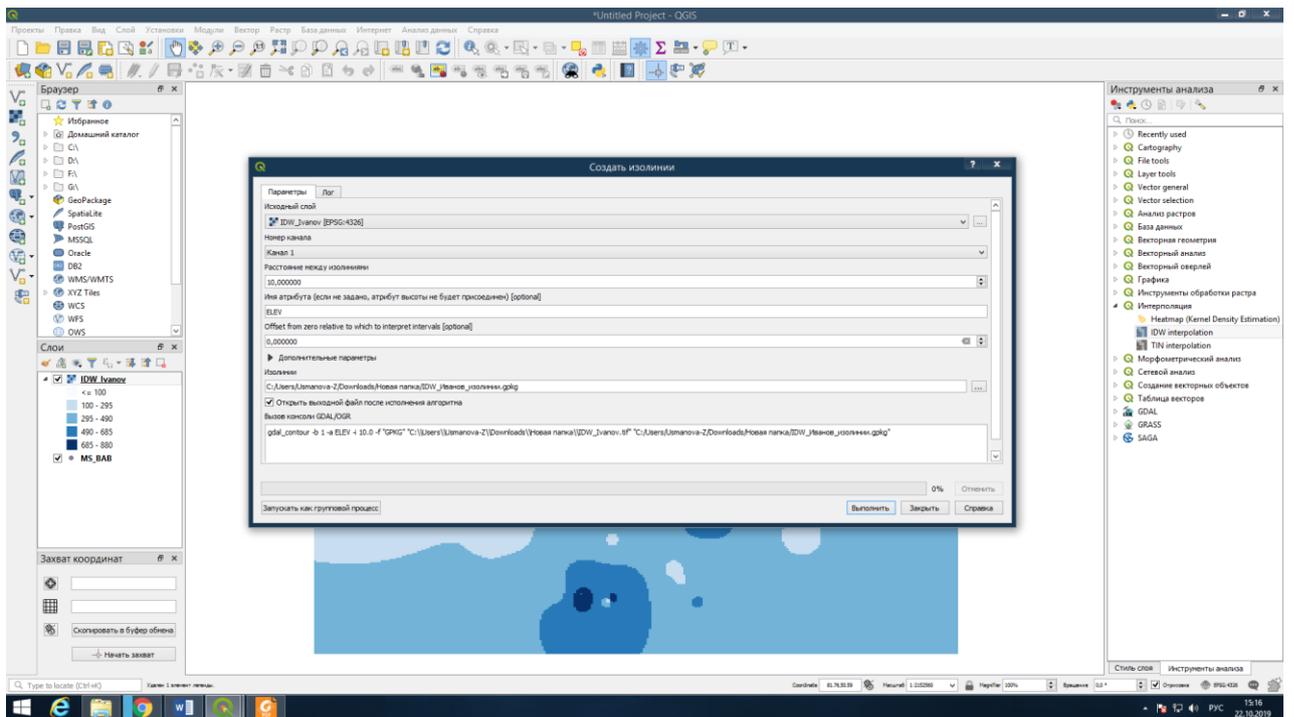
9 Откройте диалоговое окно **Свойства слоя** и во вкладке **Стиль** в поле **Интерполяция** выберите **Дискретная**, затем нажмите на кнопку **Применить**, затем **ОК** и закройте диалоговое окно **Свойства слоя**. Ознакомьтесь с результатом.



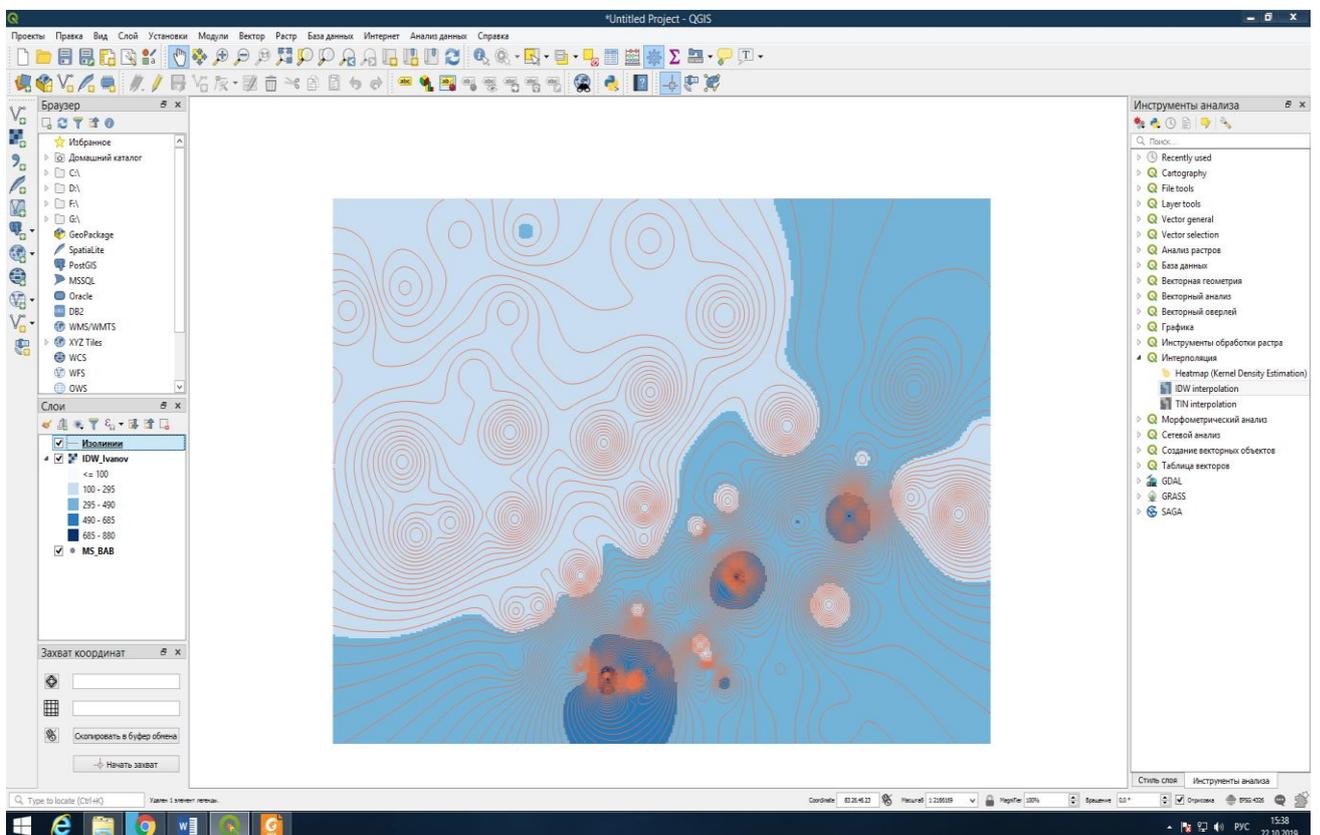
10 На панели главного **Меню** перейдите ко вкладке **Растр** затем из списка опций выберите **Извлечение** затем **Создать изолинии**. В диалоговом окне **Создать изолинии** укажите

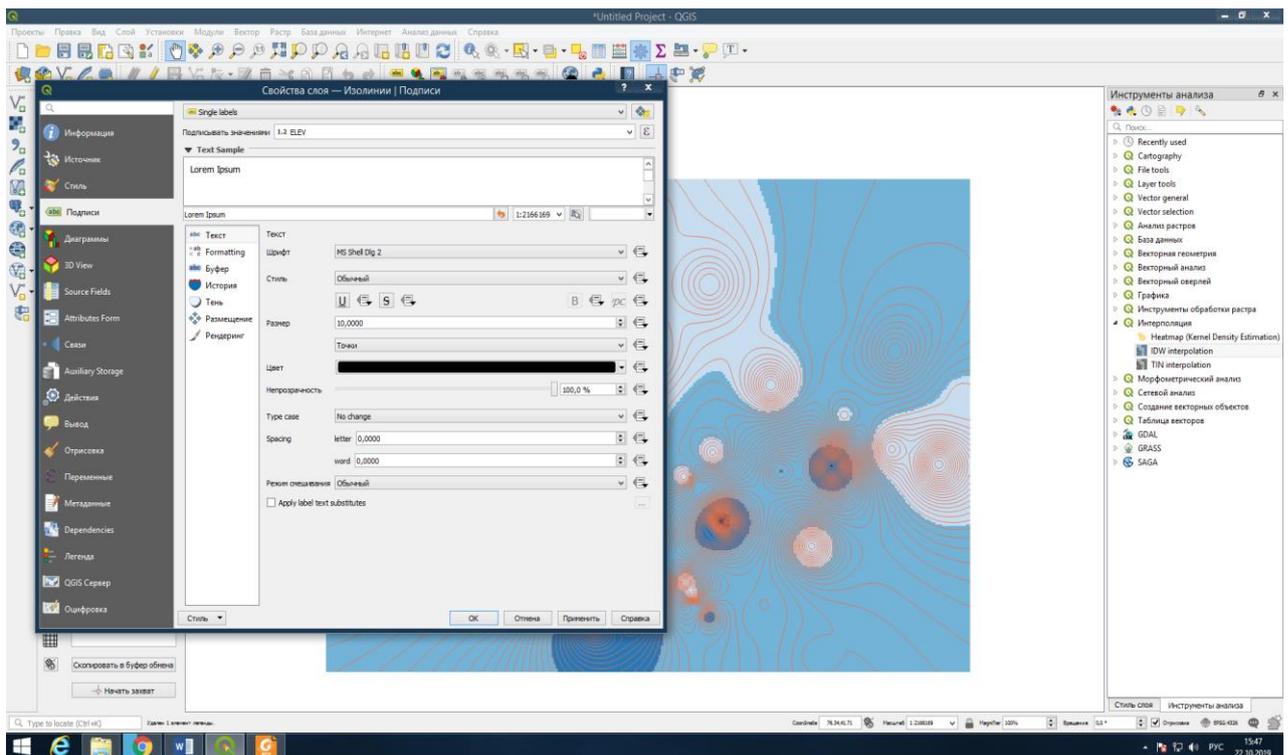
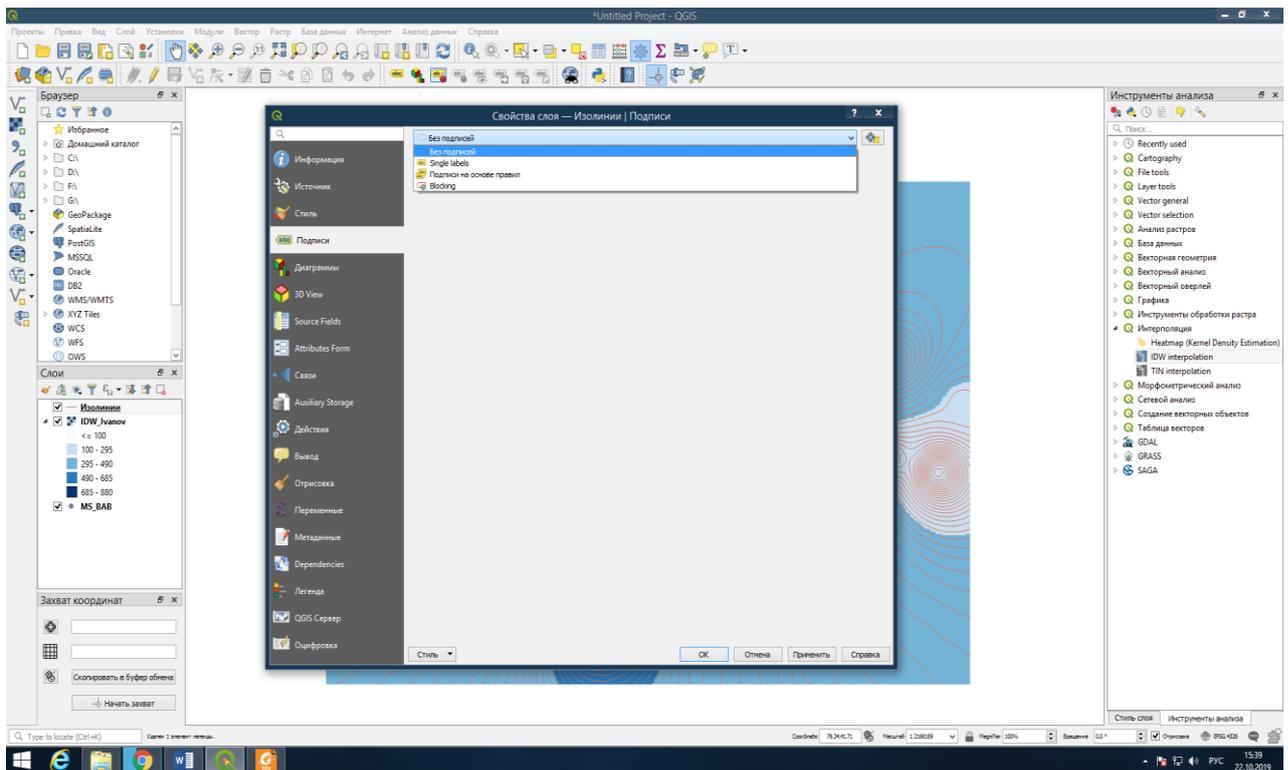
Исходный слой IDW_Ваша фамилия, Расстояние между изолиниями 10 (в данном случае изолинии будут через каждые 10 мм), В поле **Изолинии** выберите опцию **Сохранить в файл**, в диалоговом окне **Сохранить файл** задайте имя файлу как **IDW_Ваша фамилия_изолинии** (сохраните файл в той же папке, где хранятся ваши векторные и растровые слои) и нажмите **Сохранить**. Поставьте галочку напротив опции **Открыть выходной файл после исполнения алгоритма**. В итоге, диалоговое окно **IDW interpolation** будет иметь следующий вид.



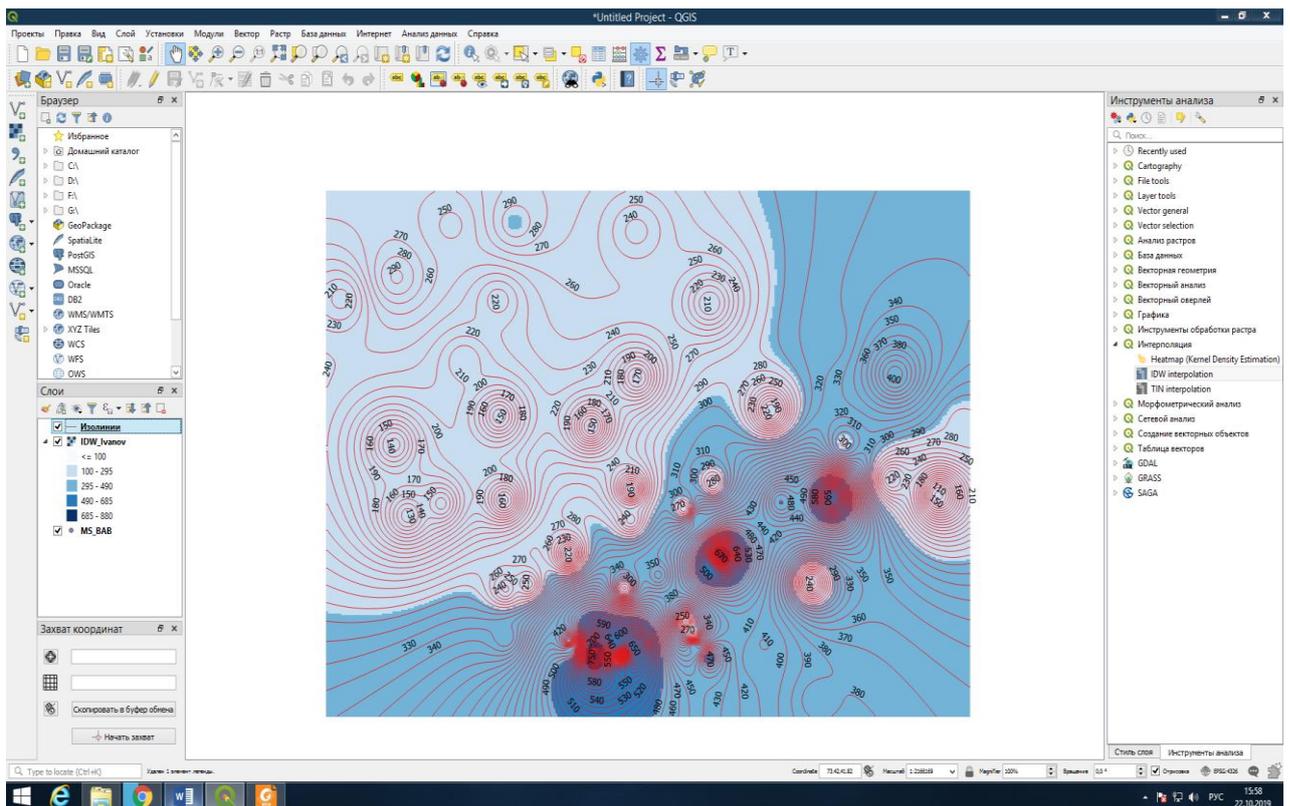
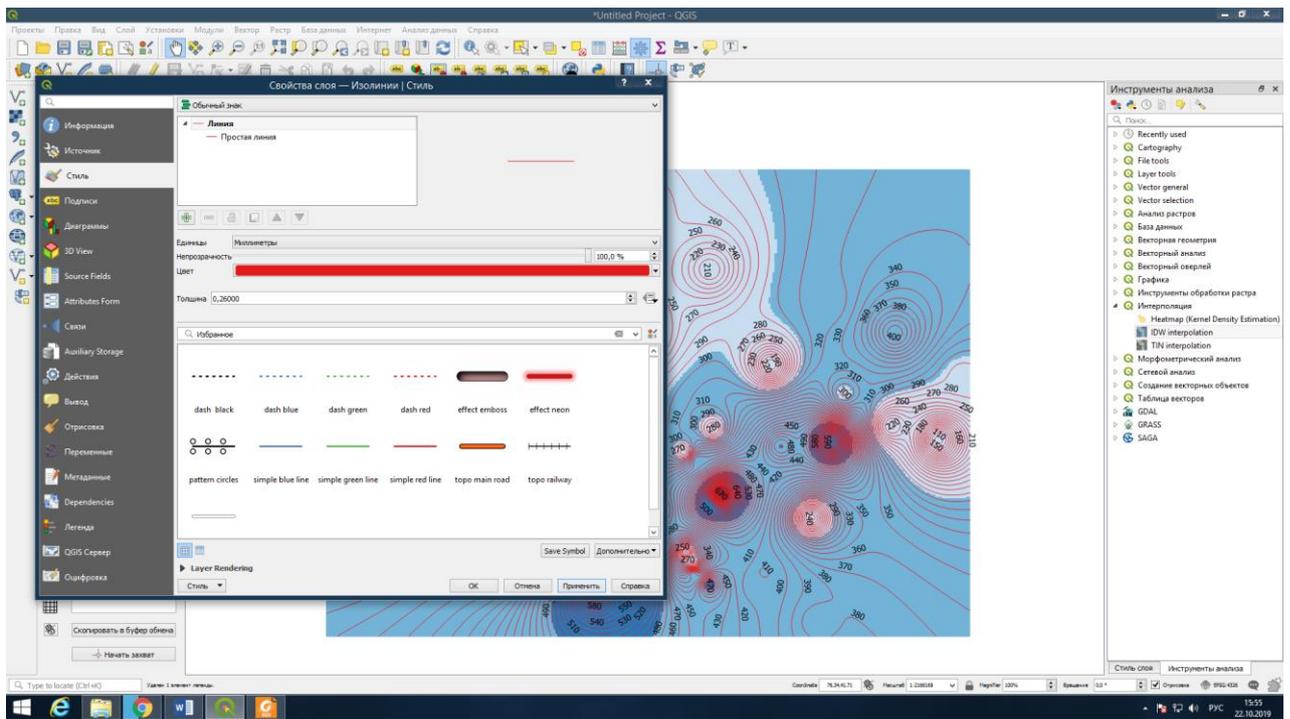


11 После завершения процесса, изолинии будут добавлены в область карты, а также в список слоев. Перейдите в **Свойства слоя IDW_Ваша фамилия_исолинии**, выберите вкладку **Подписи**, затем из списка выберите **Single labels**. В поле **Подписывать значениями** выберите **ELEV** (это имя было задано по умолчанию). Также здесь вы можете выбрать стиль подписи (шрифт, стиль, размер, цвет и т.п.), ее местоположение, расстояние между подписями, интервал т.е. через какой интервал подписать изолинии и т.д.

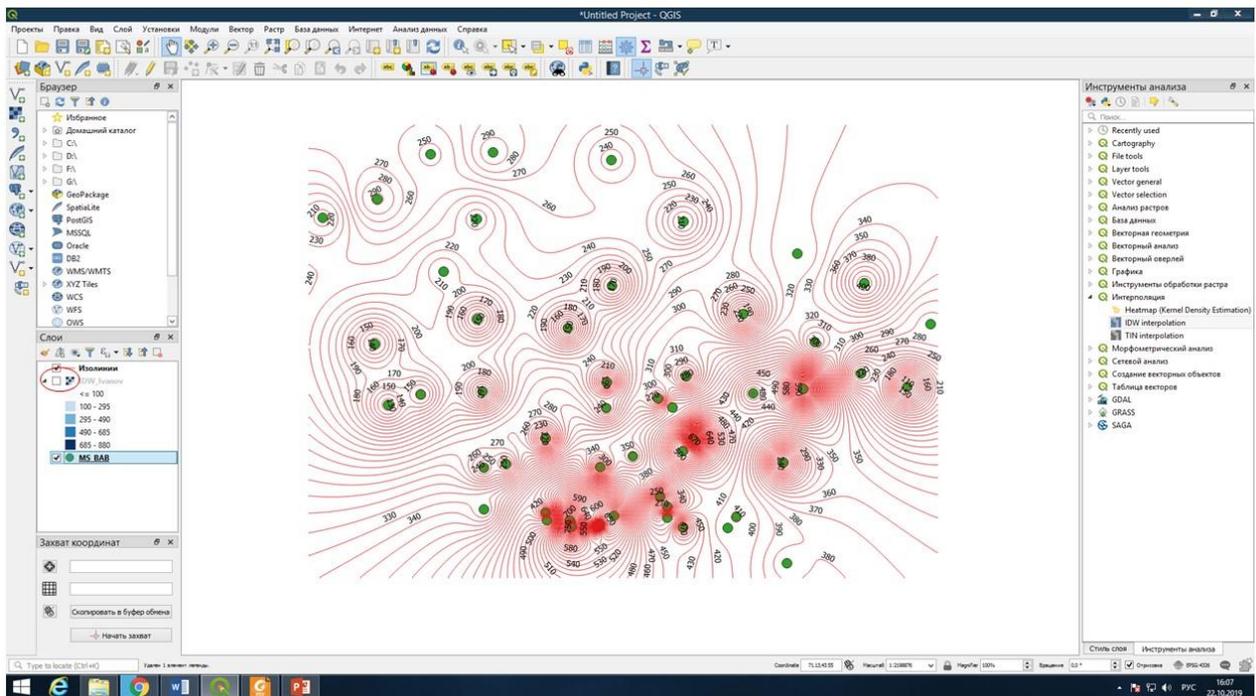




12 Во вкладке **Стиль** вы можете изменить стиль изолиний, их толщину, цвет и т.д. После внесения всех изменений нажмите на кнопку **Применить**, затем **ОК** и закройте диалоговое окно **Свойства слоя**. Вы увидите, что теперь изолинии подписаны.



13 Сделайте слой IDW_Ваша фамилия в **Списке слоев невидимым**, для этого **уберите галочку** напротив этого слоя в **Списке слоев**. Таким образом, вы можете посмотреть, как располагаются изолинии вокруг ваших точек (метеостанций). В текущий проект вы также можете добавить векторный слой границы Алматинской области и другие ваши слои.



Задание на 13 и 14 учебные недели

1 по примеру выше выполнить интерполяцию для векторного слоя **MSM_BAB_ВашаФамилия.shp**. используя методы **TIN-интерполяция (TIN-interpolation)** и **IDW-интерполяция (IDW interpolation)**. **Помните** что атрибут интерполяции в векторном слое **MSM_BAB_ВашаФамилия.shp**. это поле **Температура** месячная/сезонная/годовая или **Осадки** месячные/сезонные/годовые, созданное вами в прошлой лабораторной работе. **Обратите внимание!** У каждого студента должен быть свой вариант поля **Температура** или **Осадки**!!! Данные нужно взять из климатического справочника.

2 извлечь изолинии **IDW_Ваша фамилия_изолинии** и **TIN_Ваша фамилия_изолинии** из полученных интерполированных поверхностей **IDW_Ваша фамилия** и **TIN_Ваша фамилия**. Оформить стили растровых слоев (**интерполированных поверхностей**) и **изолиний**.

Ответ на задание прислать в виде архива папки, содержащей интерполированные поверхности и изолинии, полученные из интерполированных поверхностей. Не забывайте подписывать вашу работу вашей фамилией!

Задание на 15 и 16 учебные недели

Проанализировать какой из использованных методов подходит для построения статистической поверхности температуры воздуха/осадков (в зависимости от того что вы выбрали) и почему (какой из методов наиболее реалистично показывает распределение температуры воздуха/осадков), на самом ли деле температуры воздуха/осадки распределяются по территории юго-востока Казахстана согласно двум полученным разными методами статистическим поверхностям, как на самом деле распределяются температуры воздуха/осадки по территории юго-востока Казахстана, опишите разницу между тем как на самом деле распределяются осадки на рассматриваемой территории и полученными статистическими поверхностями.

Ответ на задание прислать в виде файла подписанного вашей фамилией с выполненным анализом.