

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

---

Н.А. Решин, А.Е. Баймаганбетов, Е.В. Гайдукова

# **Руководство по созданию географических карт в помощь при выполнении ВКР**

Учебно-методическое пособие

Направление подготовки 05.03.05 – Прикладная гидрометеорология  
Профиль подготовки – Прикладная гидрология  
Квалификация – бакалавр



Санкт-Петербург  
2020

УДК [528.93:004.92](072.8)  
ББК 26.17я73

**Решин Н.А., Баймаганбетов А.Е., Гайдукова Е.В.**

**P47** Руководство по созданию географических карт в помощь при выполнении ВКР.  
Учебно-методическое пособие. – СПб.: РГГМУ, 2020. – 108 с.

*Рецензент:* Лесничий Л. И. руководитель направления гидрогеология ПАО «Уралкалий».

В учебно-методическом пособии рассмотрены компьютерные приложения для создания географических карт и картосхем: *ArcGIS*, *QGIS* и *Surfer*. Изложены алгоритмические подходы получения результата с поясняющими рисунками для каждого выполняемого шага.

Учебно-методическое пособие предназначено студентам-гидрологам.

*Reshin N.A., Baimaganbetov A.E., Gaidukova E.V.* Guidelines for creating maps to help with graduation work. Training manual. – St. Petersburg, RSHU, 2020. – 108 pp.

In the training manual, computer applications for creating geographical maps and cartographic schemes are considered: *ArcGIS*, *QGIS* and *Surfer*. Algorithmic methods for obtaining the result with explanatory figures for each step are described.

Training manual are intended for hydrological students.

ISBN 978-5-86813-506-4

© Н.А. Решин, А.Е. Баймаганбетов,  
Е.В. Гайдукова, 2020

© Российский государственный  
гидрометеорологический университет (РГГМУ), 2020

## Введение

Многие гидрологические характеристики можно закартировать с использованием ГИС-технологий и соответствующих компьютерных приложений. Географические карты позволяют сделать лучший анализ пространственной изменчивости характеристик.

Существует множество справочных и учебных изданий по компьютерным приложениям, реализующим ГИС-технологии, в которых представлены обширные материалы по построению географических карт. Данное учебно-методическое пособие представляет сжатое изложение основ построения карт, причем в различных компьютерных приложениях и различными способами.

Учебно-методическое пособие предназначено для легкого и быстрого усвоения алгоритмических приемов построения географических карт и картосхем. Каждый раздел может быть прочитан и выполнен отдельно от остальных, главное, определиться с приложением, в котором будет создаваться карта.

Первые две главы посвящены построению карт в программе *ArcGIS* разными способами. *ArcGIS* самая распространенная и мощная программа, реализующая ГИС-технологии.

В третьей главе рассматривается программа *QGIS*, которая очень похожа на *ArcGIS*, но менее мощная, с сокращенными техническими возможностями. Главное преимущество этой программы в том, что она находится в открытом бесплатном доступе.

Последняя, четвертая, глава показывает возможности построения картосхем в *Surfer*, которые при определенных требованиях не уступают картам, построенным в *ArcGIS* и *QGIS*. Программа *Surfer* отличается простотой использования с большим набором методов пространственной интерполяции данных.

Выбор программ построения карт остается за читателем, тем более, пособие составлено в помощь при выполнении выпускных квалификационных работ в ограниченный временной промежуток, когда дни до защиты проходят быстрее обычных.

Успехов!

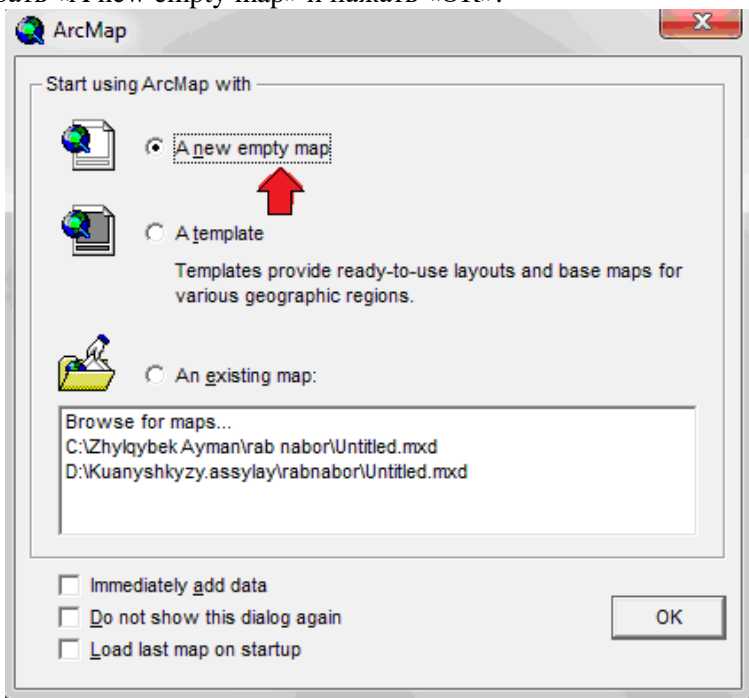
## *ArcGIS (первый способ)*

Программа *ArcGIS 9* состоит из трех основных приложений: *ArcMap*, *ArcCatalog*, *ArcToolbox*.

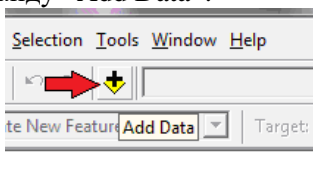
*ArcMap* – предназначен для работы с картой, для создания и векторизации слоев и др. *ArcCatalog* – аналогично программе Проводник, предназначен для просмотра и поиска папок и файлов, созданных в программе *ArcGIS*. *ArcToolbox* представляет собой набор инструментов для проведения различных операций и процедур с картой.

### 1. Привязка растрового изображения

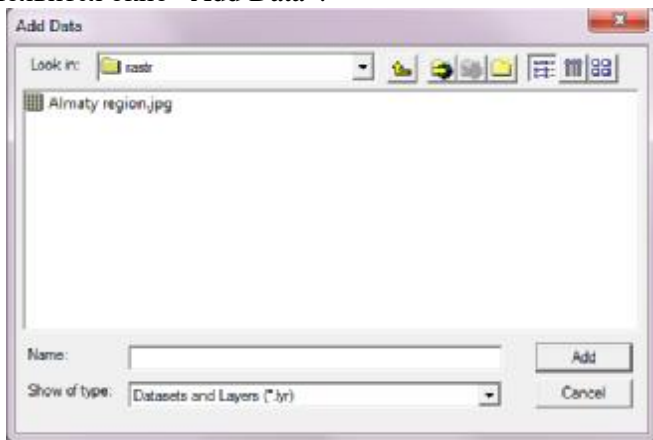
1.1. После запуска программы *ArcMap* появится окно, в котором выбрать «A new empty map» и нажать «ОК»:



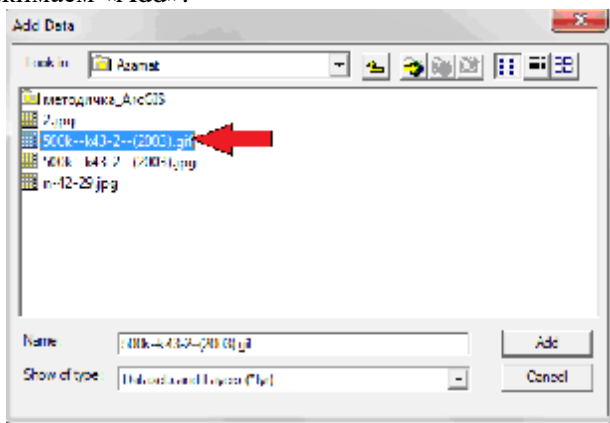
1.2. Нажать на команду «Add Data»:



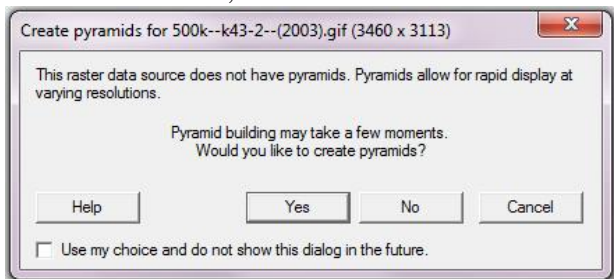
1.3. Появится окно «Add Data»:



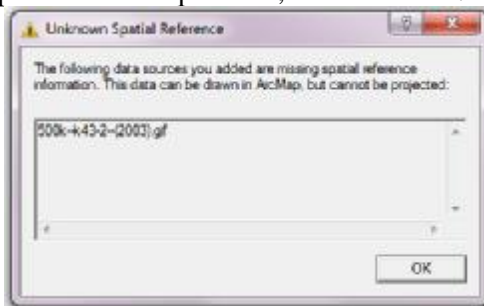
1.4. Указываем путь к папке, в которой находится карта для привязки (карта должна быть в формате gif, tiff, jpg), выделяем нужный файл и нажимаем «Add»:



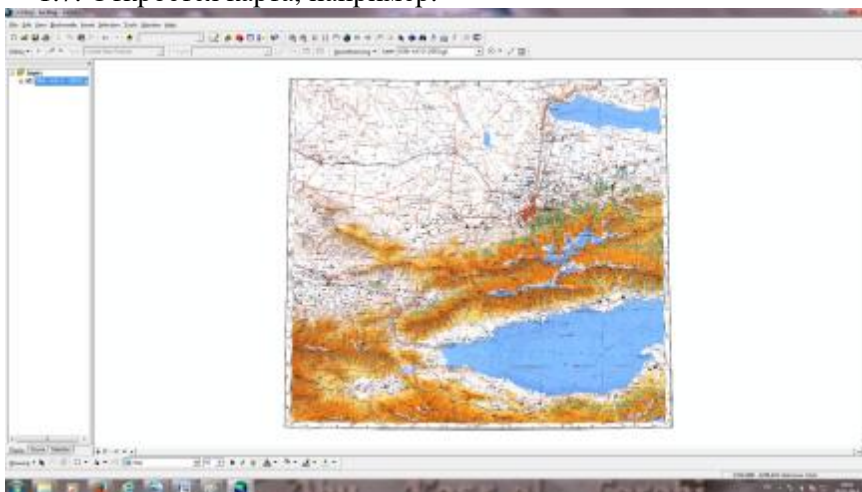
1.5. В появившемся окне, нажать «No»:



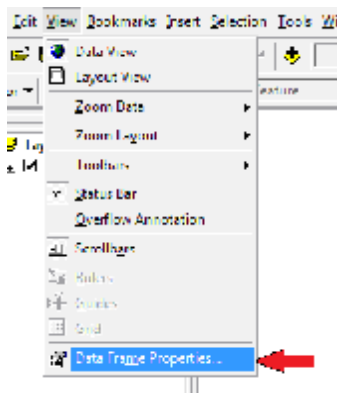
1.6. Появится еще одно окно, в котором будет написано, что карта не имеет пространственной привязки, нажать «OK»:



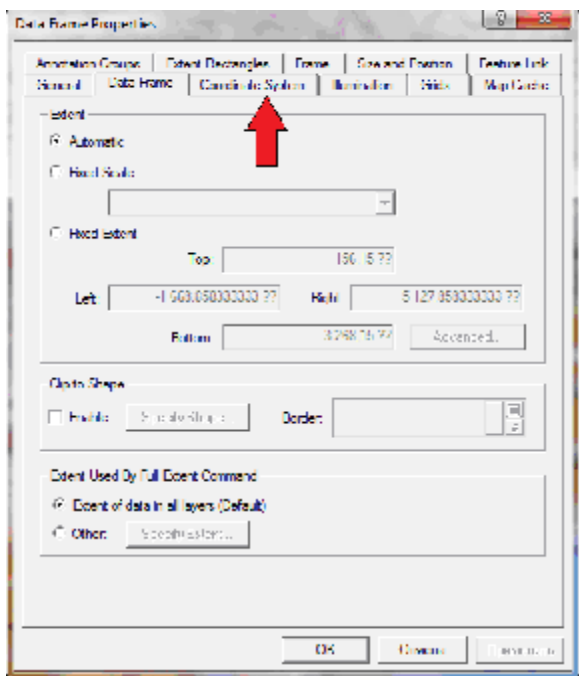
1.7. Откроется карта, например:

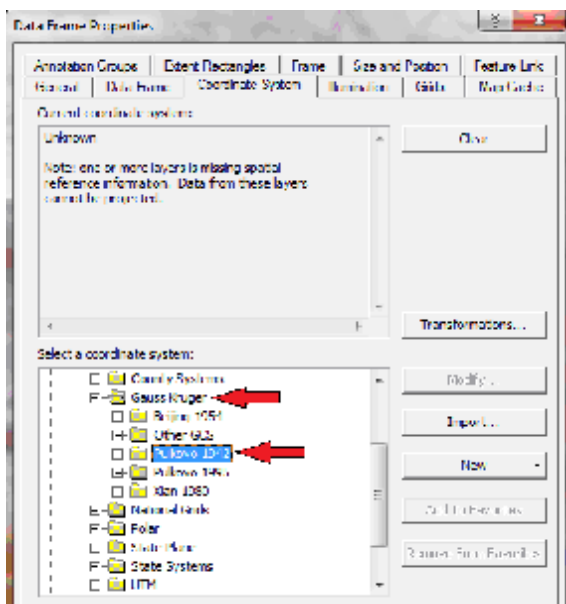
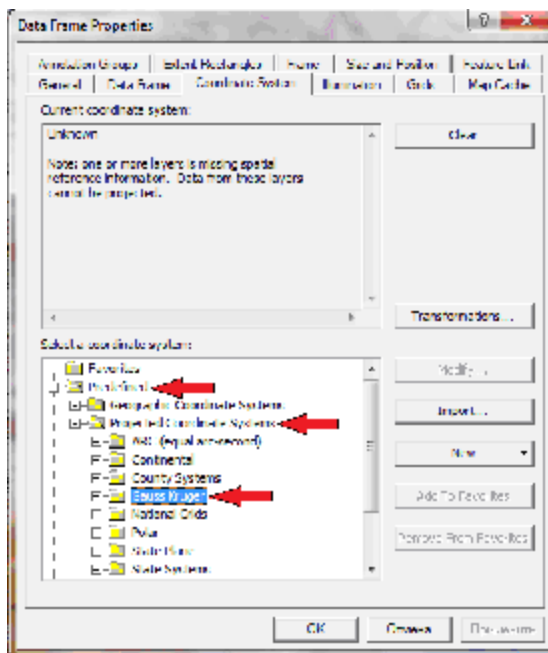


1.8. Выбрать в строке меню «View» команду «Data Frame Properties...»:



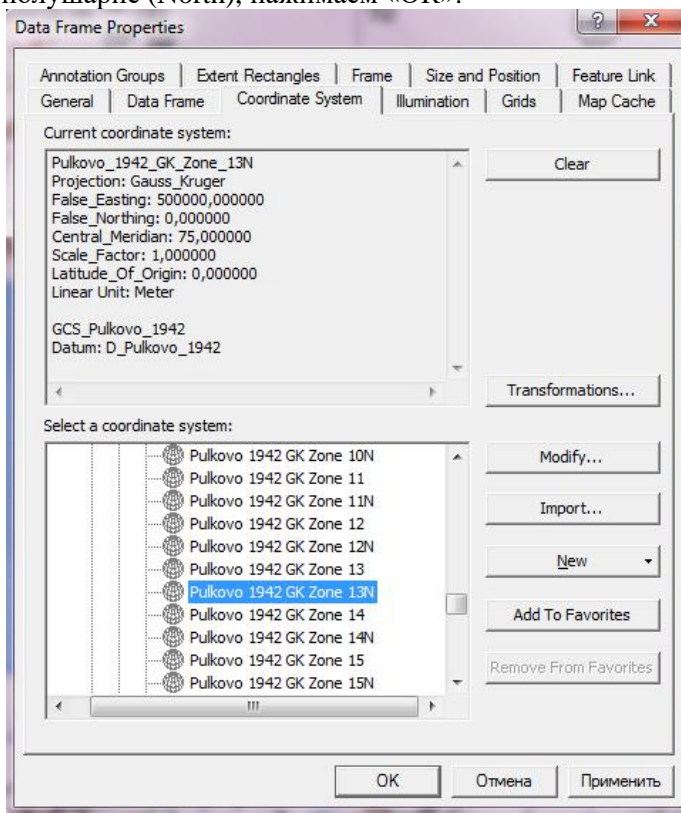
1.9. Появится окно «Data Frame Properties», в котором надо выбрать вкладку «Coordinate System», а затем выбрать нужную систему координат:





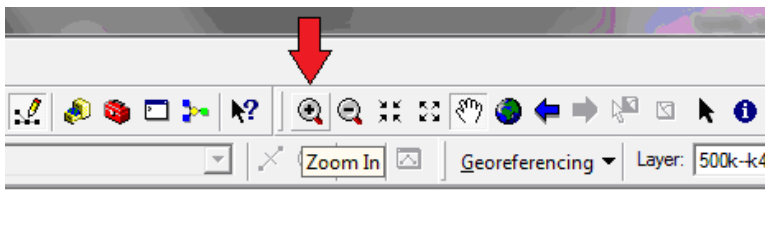


1.10. Выбираем нужную зону, в данном случае 13N, так как Северное полушарие (North), нажимаем «ОК»:

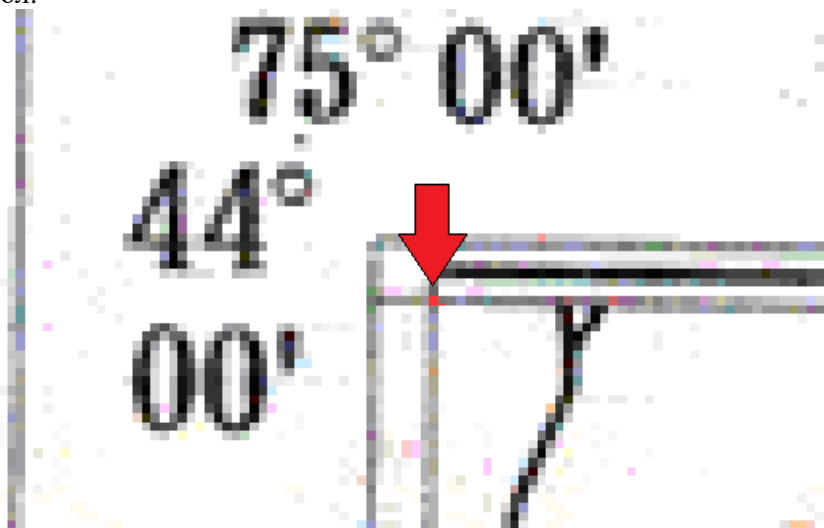


После нажатия на «ОК» опять появится исходная карта.

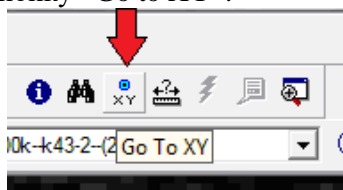
1.11. Увеличиваем карту (можно использовать колесико на мышке):



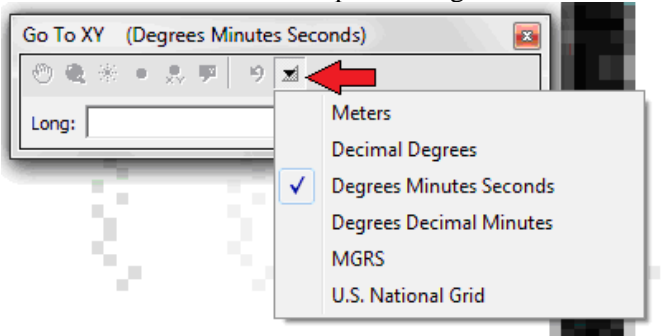
1.12. Начинаем привязку с северо-западного угла – левый верхний угол:



1.13. Нажимаем кнопку «Go to XY»:



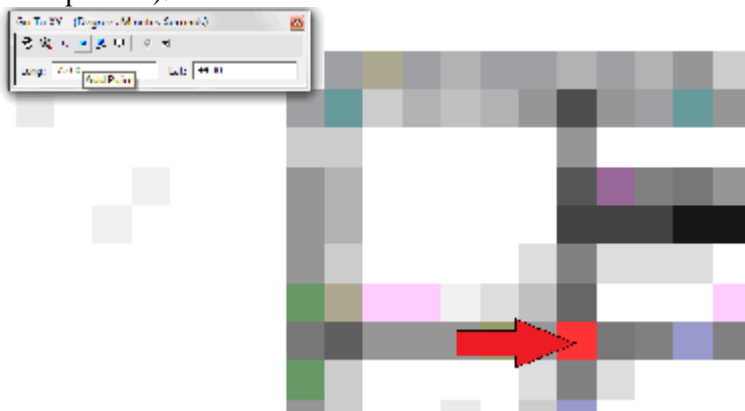
1.14. В появившемся окне выбираем «Degrees Minutes Seconds»:



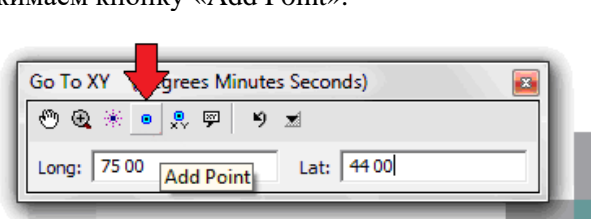
1.15. Вводим долготу (Long) и широту (Lat), отделяя минуты от градусов пробелом:



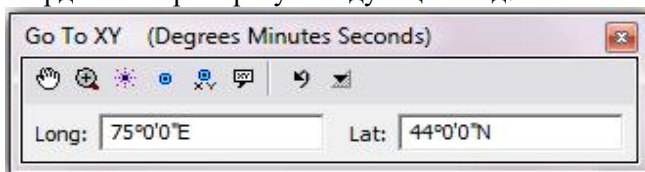
1.16. Увеличиваем карту до следующих размеров (нужная точка указана стрелкой):



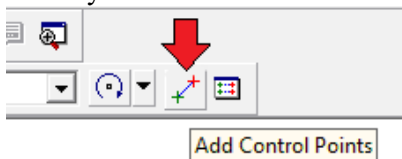
1.17. Нажимаем кнопку «Add Point»:



1.18. Координаты приобретут следующий вид:



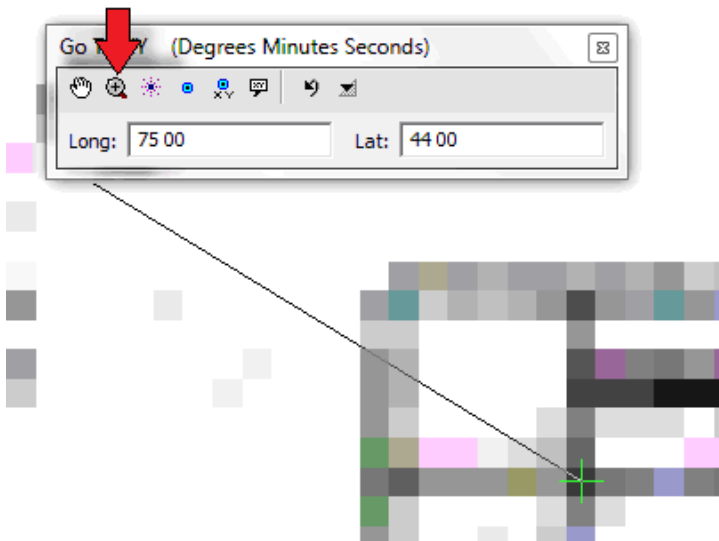
1.19. Нажимаем кнопку «Add Control Points»:



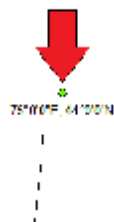
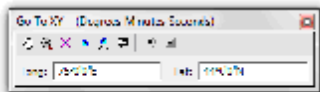
1.20. Затем щелкаем мышкой в центр квадрата (зеленый крестик):



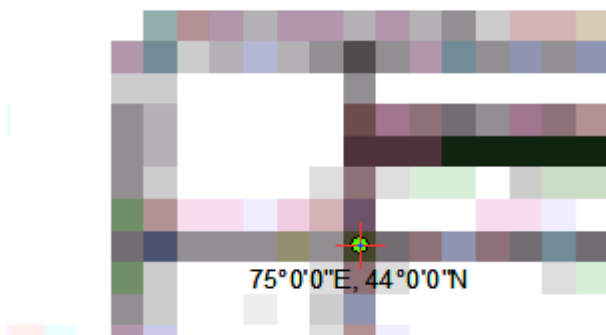
1.21. После этого нажимаем на Увеличение:



1.22. Появится точка привязки в виде зеленого кружочка, в который нужно щелкнуть:



1.23. После нажатия точка приобретет следующий вид:

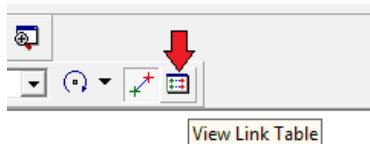


1.24. Нажимаем «Full Extent» (снова появится вся карта):

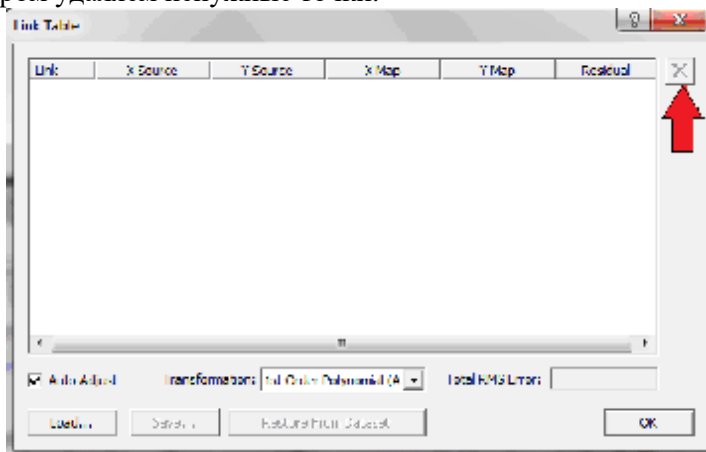


1.25. Переходим в Северо-Восточный угол (правый верхний угол). И начиная с пункта 1.13 повторяем все действия для оставшихся трех точек привязки.

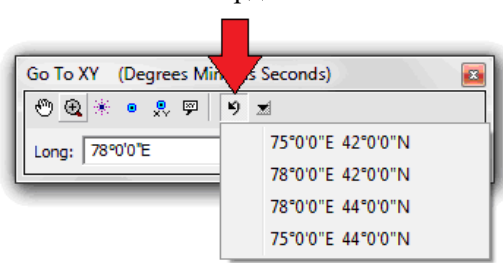
1.26. Если захотим удалить привязанные точки, нажимаем на кнопку «View Link Table»:



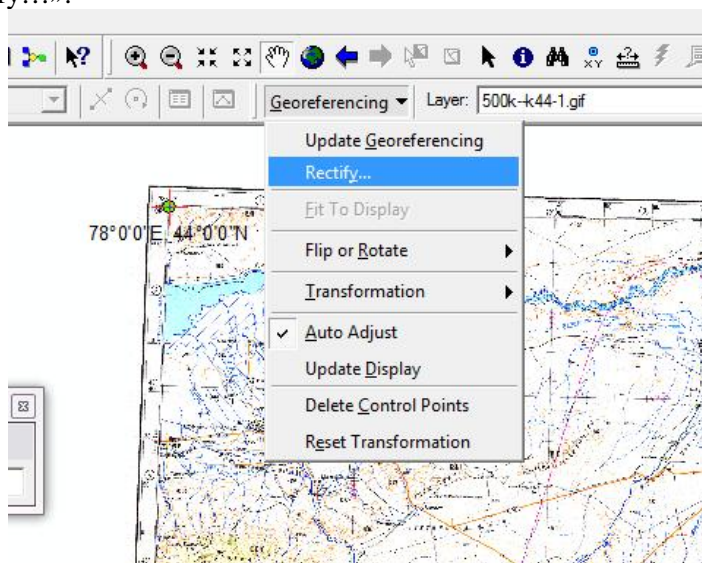
1.27. После нажатия на кнопку «View Link Table» откроется окно, в котором удаляем ненужные точки:



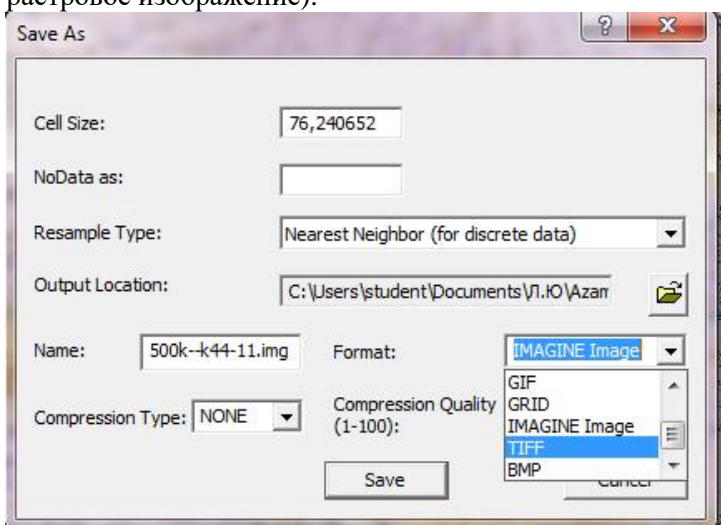
Привязанные точки можно просматривать и активизировать (в окне «Go To XY» появляются координаты активной точки):



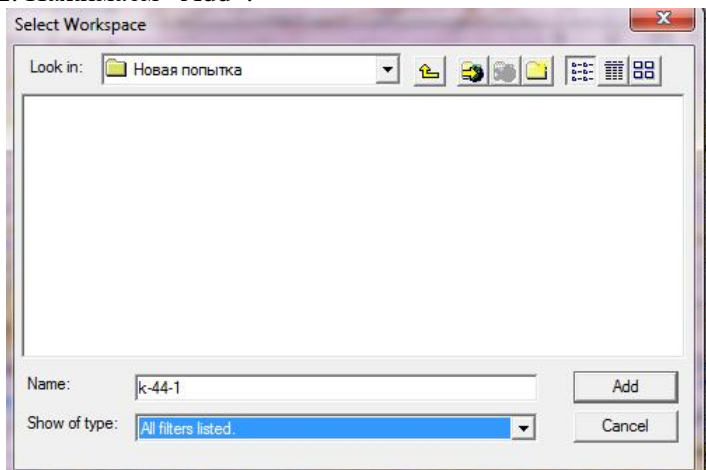
1.30. Для завершения привязки нажимаем «Georeferencing», затем «Rectify...»:



1.31. В открывшемся окне нужно выбрать формат TIFF и указать путь, в какую папку сохранить (сохраняем в папку, в которой находится растровое изображение):

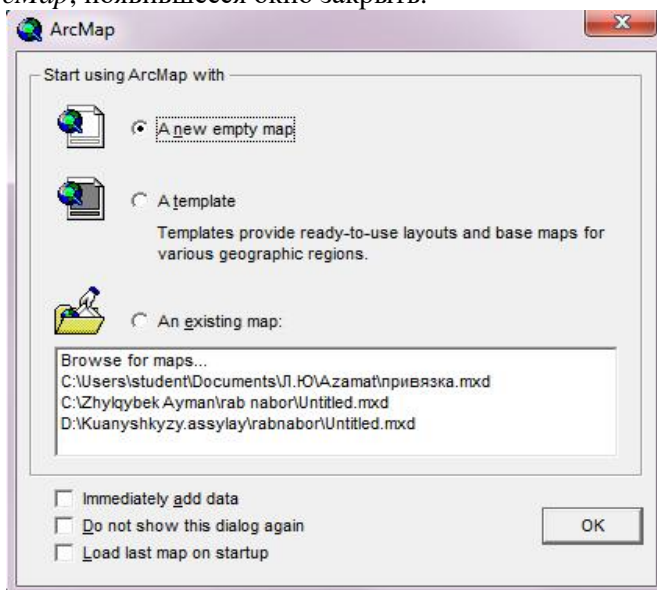


1.32. Нажимаем «Add»:



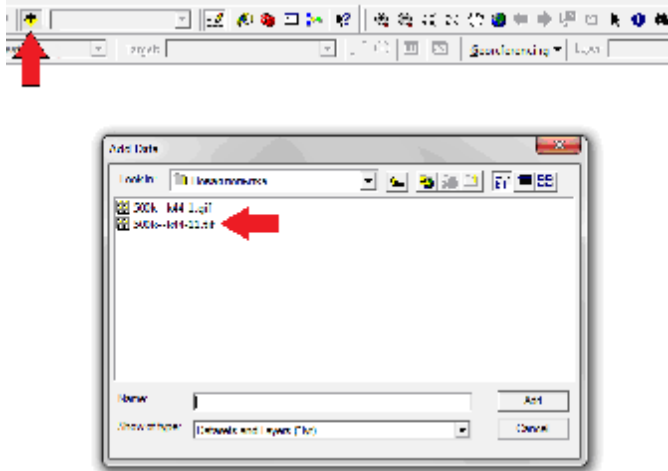
1.33. Нажимаем «Save». Файл трансформирован!

1.34. Для того чтобы просмотреть привязанный файл, нужно запустить *ArcMap*, появившееся окно закрыть:

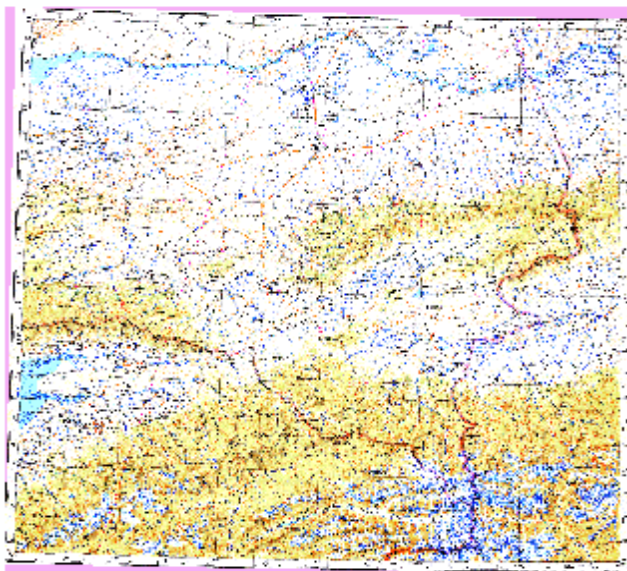




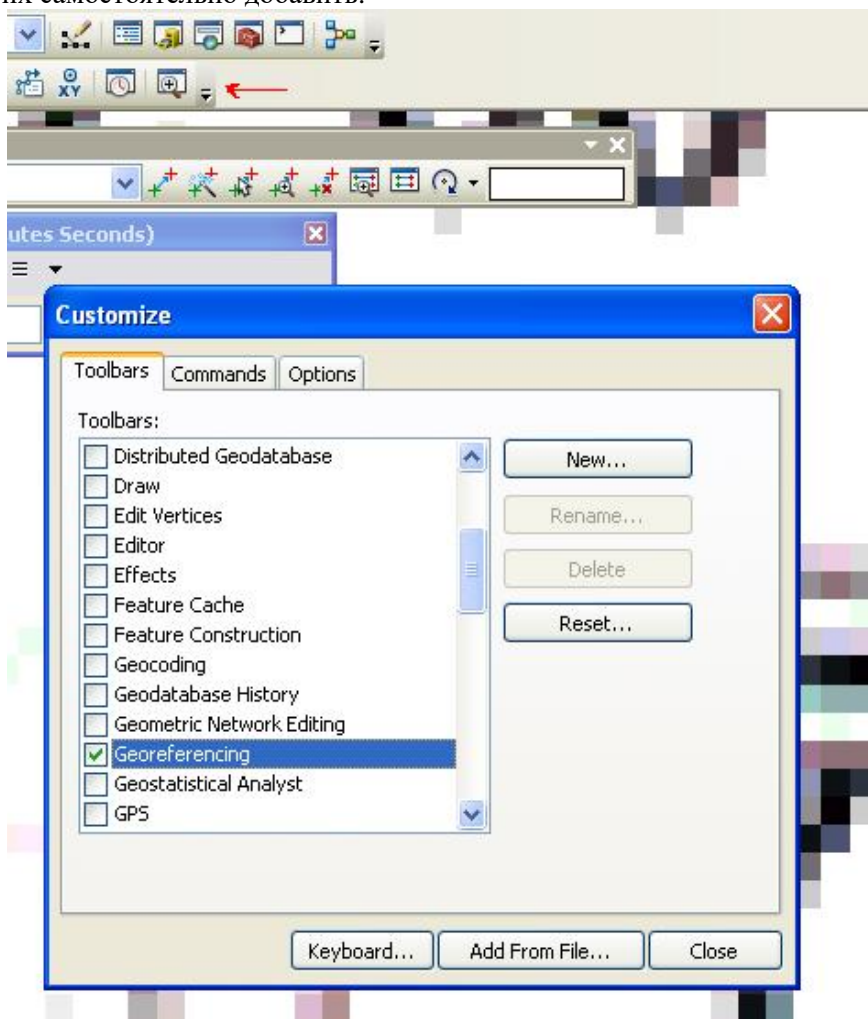
1.35. Нажимаем на кнопку «Add Data» и выбираем нужную карту:



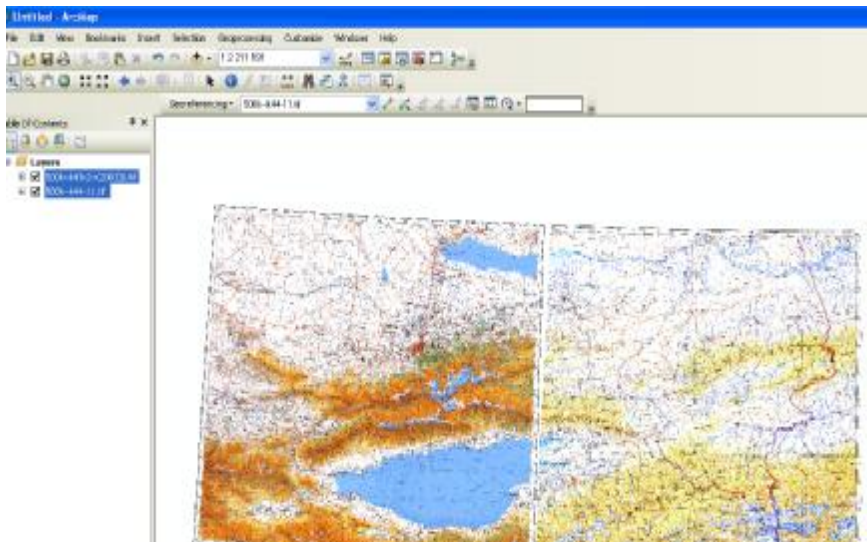
1.36. Появится привязанная карта:



Если в панели инструментов нет команд привязки, то необходимо их самостоятельно добавить:



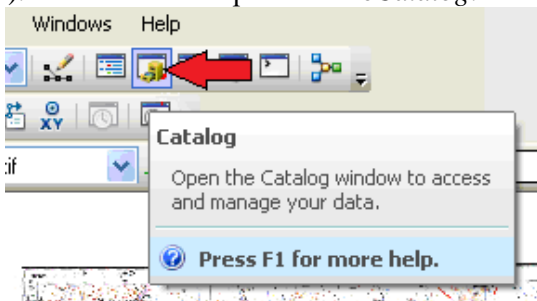
Если карта состоит из двух частей, нужно привязать каждую часть отдельно, а затем открыть их вместе: нажать кнопку «Add Data» и из нужной папки с нажатой клавишей Ctrl выделить 2 файла, откроются обе карты рядом.



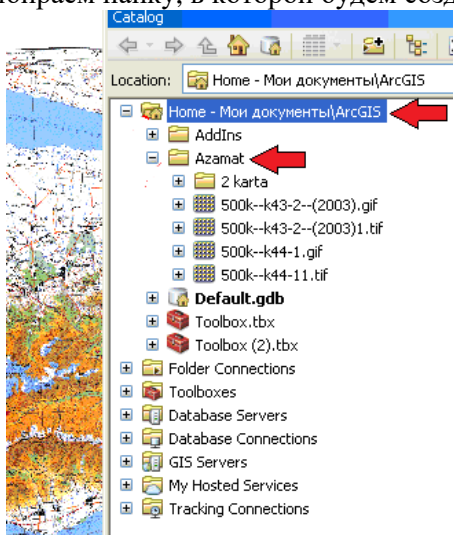
Необходимо вырезать ненужную часть карты в центре, чтобы две карты соединились между собой.

## 2. Вырезание частей карты

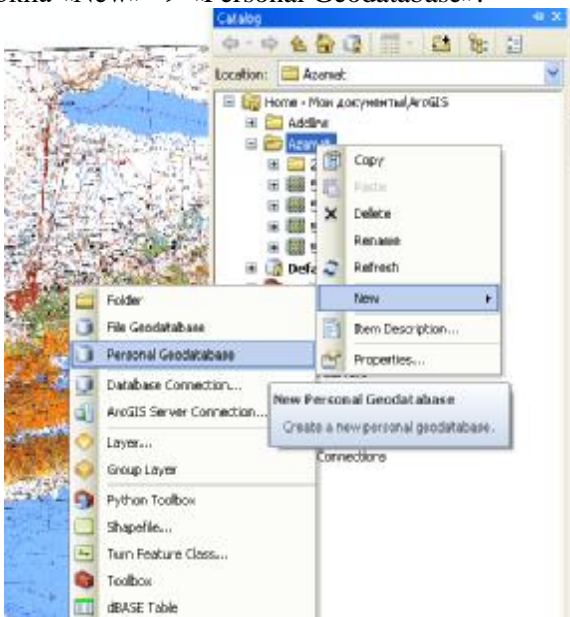
2.1. Создаем слой «Maska». Для этого открываем программу *ArcMap* и добавляем западную часть карты (привязанную карту в формате TIFF). После этого открываем *ArcCatalog*:



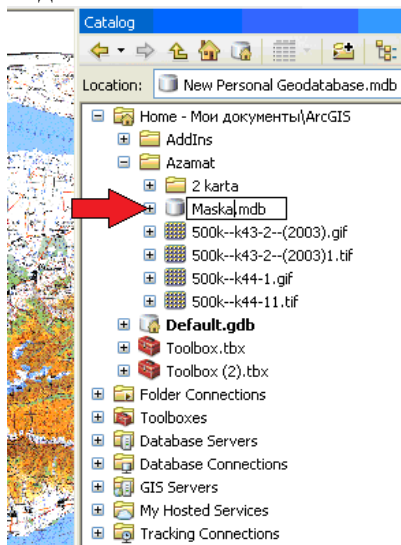
2.2. В окне выбираем папку, в которой будем создавать слой:



2.3. Вариант 1. Нажав правой кнопкой мышки на нужной папке, открываем окна «New» -> «Personal Geodatabase»:



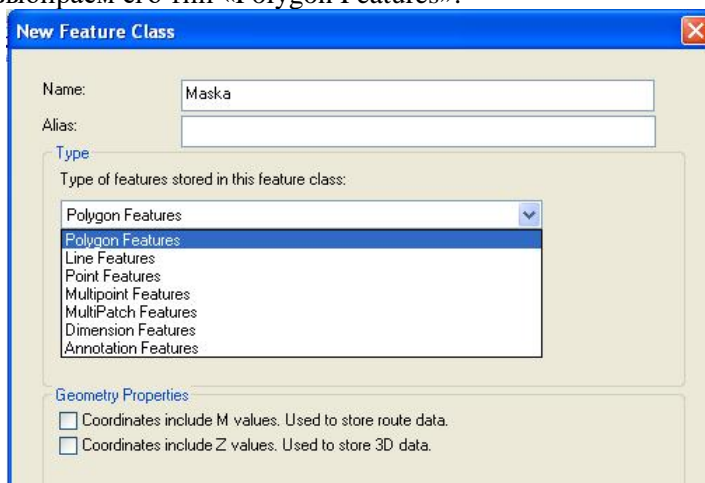
Называем базу геоданных Maska:



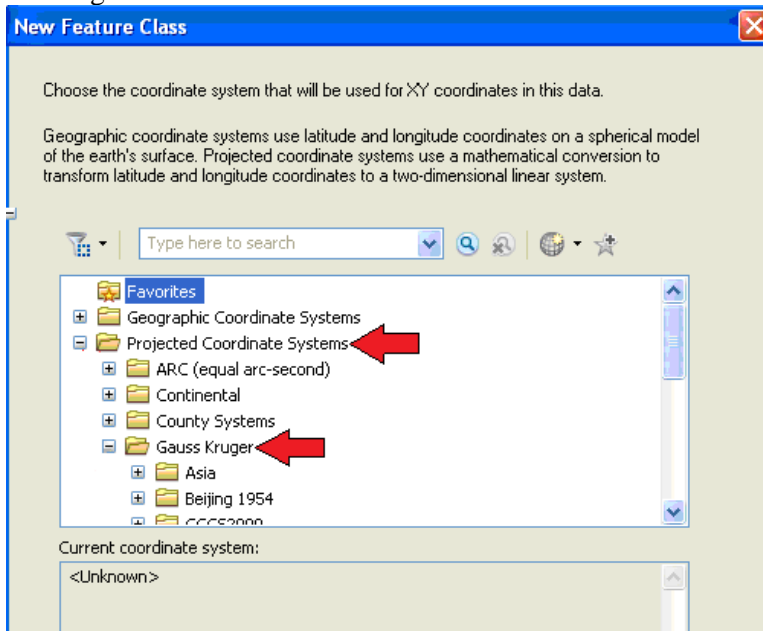
В базе геоданных, щелкнув на ней ПКМ, создаем класс пространственных объектов «New Feature Class»:

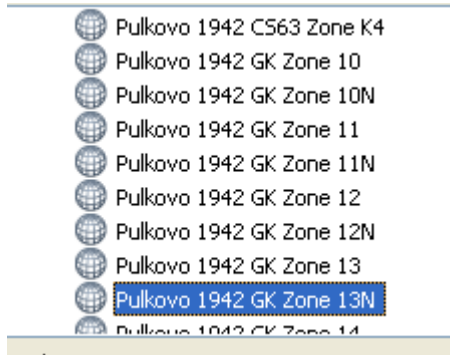


Появится окно «New Feature Class», в котором вводим названия слоя, выбираем его тип «Polygon Features»:



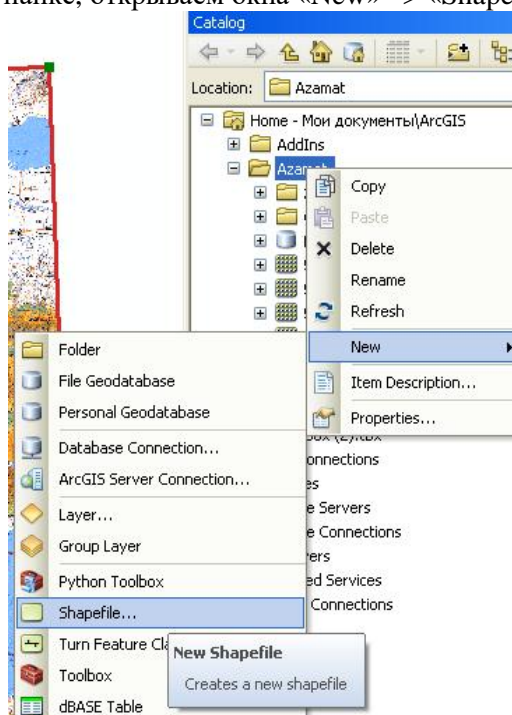
Выбираем проекцию, например, «Projected Coordinate Systems» → «Gauss Kruger» → «Pulkovo 1942 GK Zone 13N»:



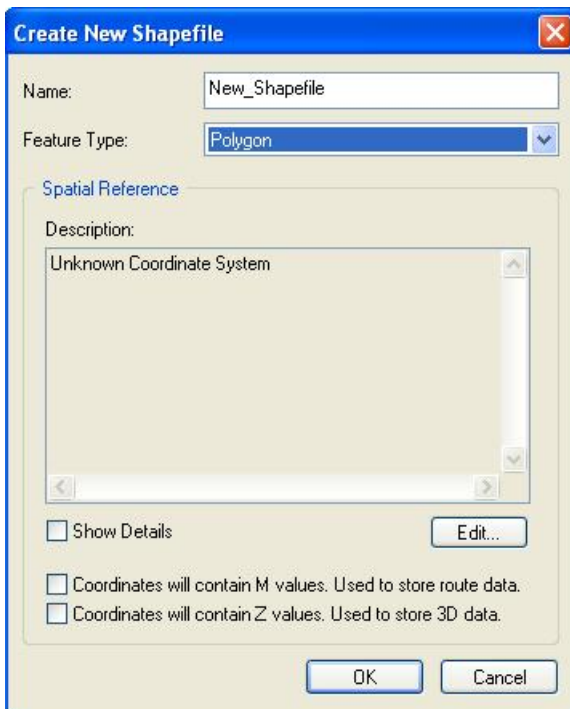


Появляется слой Maska.

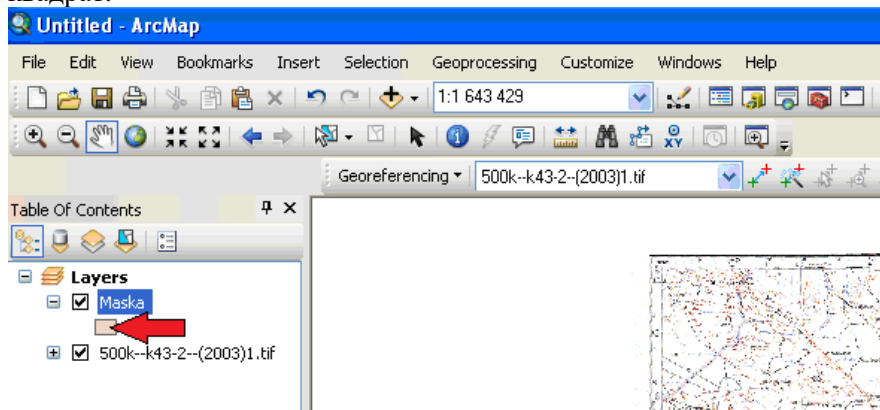
2.4. Вариант 2. Создаем шейп-файл. Нажав правой кнопкой мышки на нужной папке, открываем окна «New» -> «Shapefile»:



Меняем название шейп-файла, выбираем тип «Polygon», нажимаем «ОК»:



Чтобы сделать полигон прозрачным, нажимаем ЛКМ на цветной квадрат:





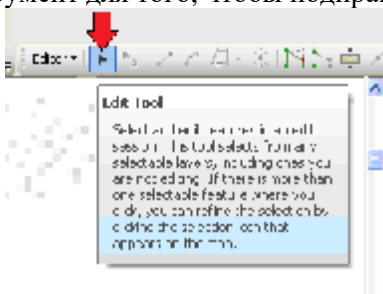


2.6. Справа появится окно редактирования, нажимаем ЛКМ на Maska, внизу выбираем «Polygon»:

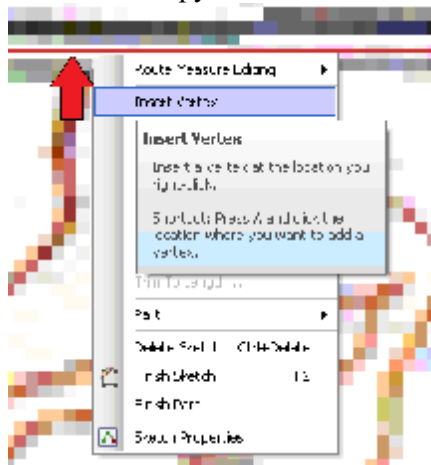


Для появления завершеного полигона инструментом «Polygon» обрисовываем нужную рамку, делая на сторонах полигона щелчки в нескольких точках. Увеличиваем изображение и корректируем обрисованную линию. Рамка будет окрашена синим цветом, чтобы ее активировать дважды щелкаем на ней ЛКМ, рамка приобретет красный цвет.

Выбираем инструмент для того, чтобы подправить рамку:



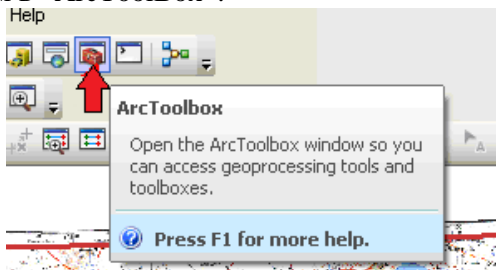
При необходимости можно добавить дополнительную точку в любом месте линии рамки, для этого щелкаем ПКМ по линии, появляется точка, за которую можно тянуть. Чтобы потянуть точку нужно предварительно нажать на инструмент Edit tool:



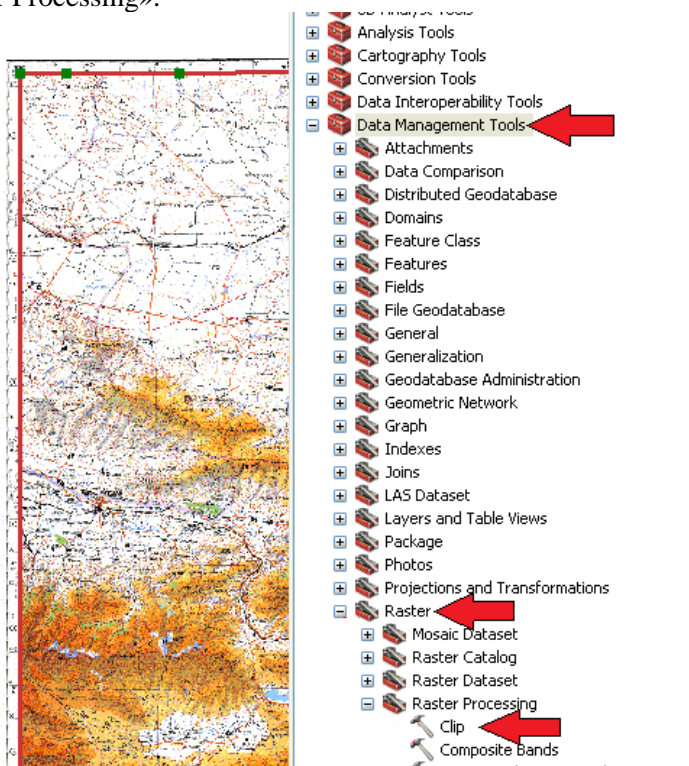
Рамка готова. Нажимаем кнопку «Full Extent».



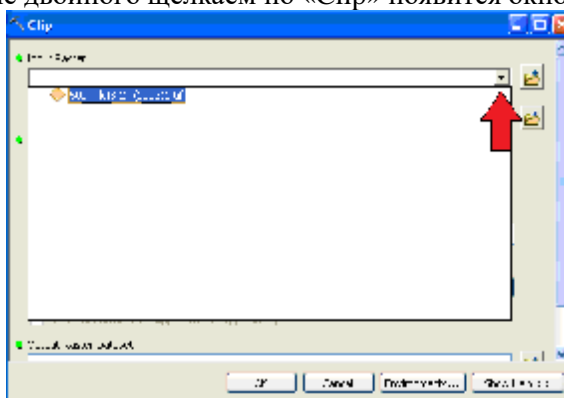
## 2.7. Заходим в «ArcToolBox»:



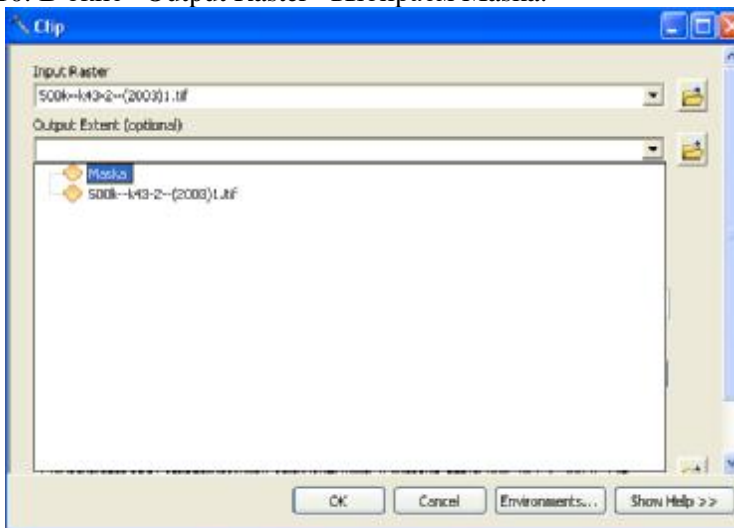
2.8. Выбираем инструменты «Data Management Tools» -> «Raster» -> «Raster Processing» -> «Clip»:



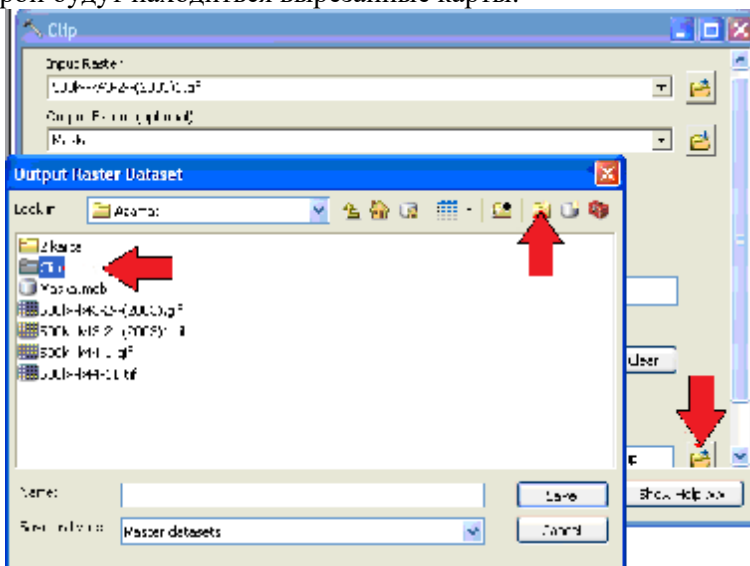
2.9. После двойного щелчка по «Clip» появится окно:



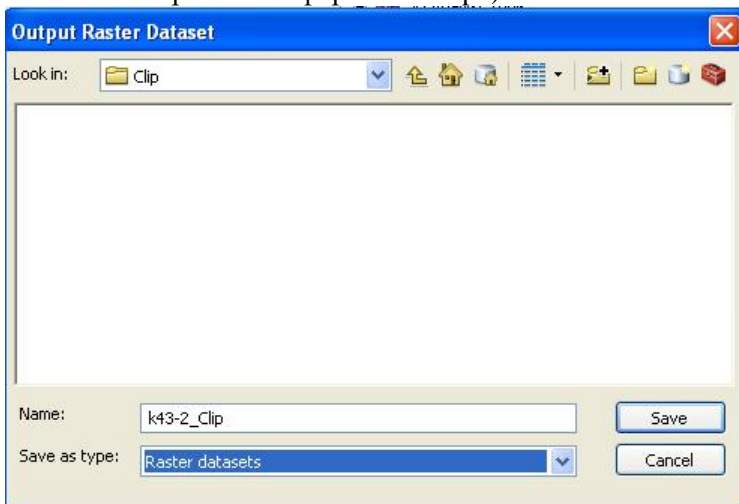
В окне «Input Raster» нажимаем на треугольник и выбираем карту.  
2.10. В окне «Output Raster» выбираем Maska:



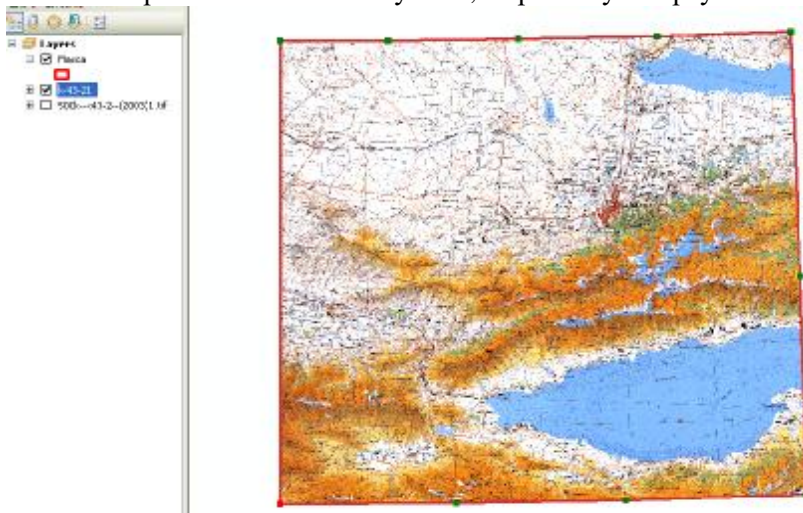
2.11. Выбираем путь для сохранения, создаем новую папку Clip, в которой будут находиться вырезанные карты:



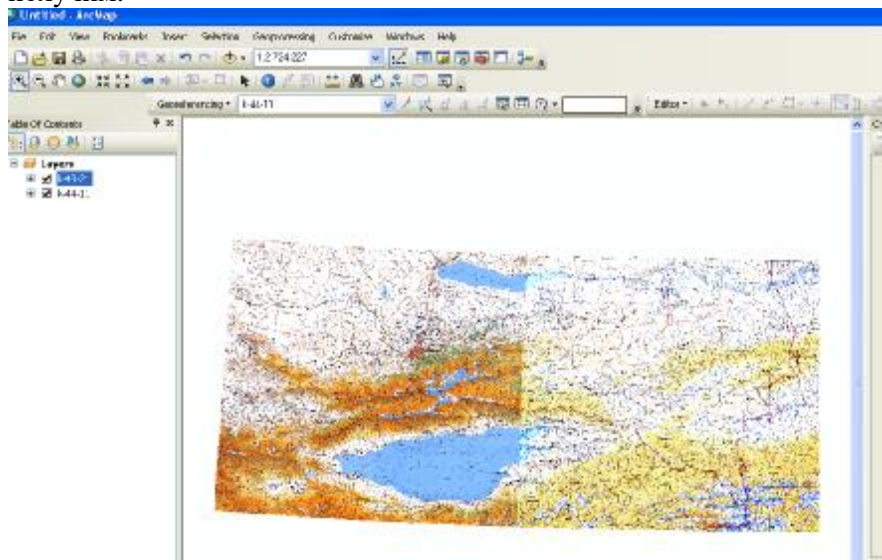
2.12. В папку Clip сохраняем карту, назвав ее по номенклатуре (в названии файла при сохранении не нужно писать слово Clip, файл автоматически сохранится в формате «Clip»):



2.13. Сохраняем. В итоге получили, вырезанную карту:



2.14. Для того чтобы объединить две карты, необходимо через команду «Add Data» добавить два клипованных файла. В результате получим:

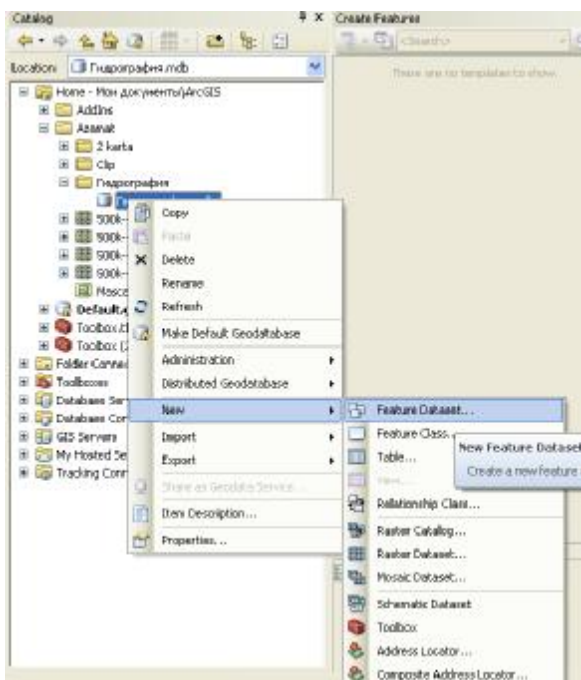
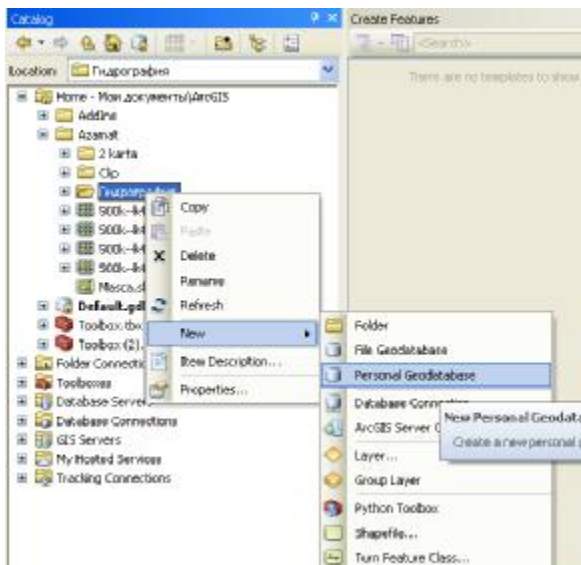


### 3. Работа со слоями в программе ArcGIS

#### *Векторизация слоя с гидрографией*

В начале надо открыть *ArcMap*, добавить карту. Далее зайти в *ArcCatalog* и выбрать папку, где будет создан слой.

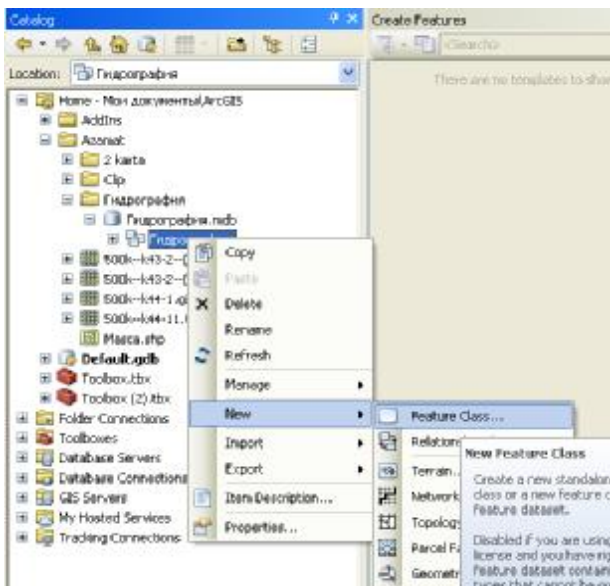
3.1. Создаем папку «Гидрография» и в ней создаем слой:







3.2. В «Гидрографии» создаем новый класс пространственных объектов:

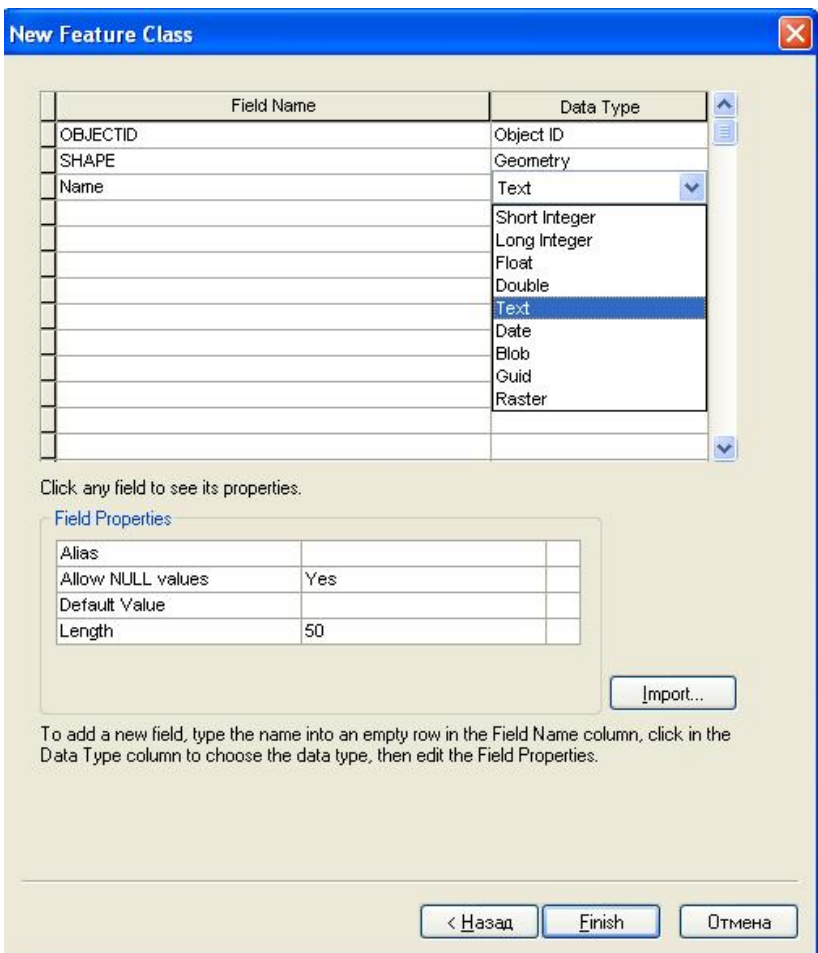


### 3.3. Создаем «Реки», выбирая «Line Features»:

The image shows a dialog box titled "New Feature Class" with a close button in the top right corner. It contains the following fields and options:

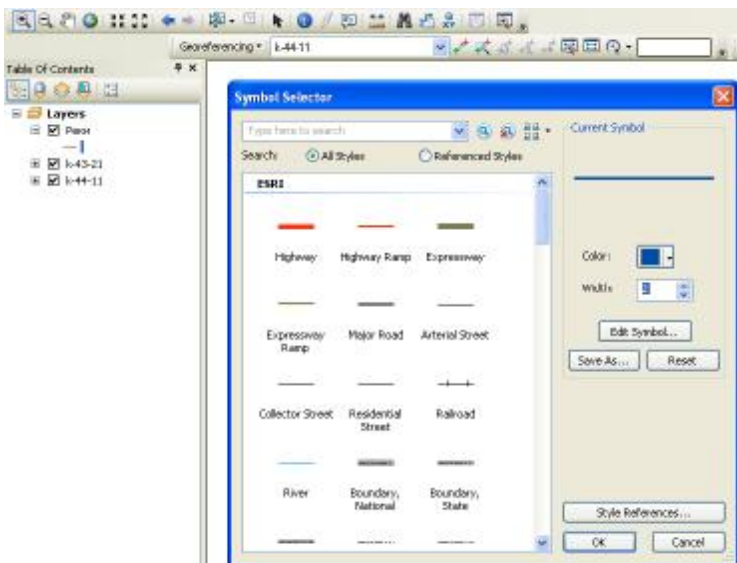
- Name:** A text input field containing the word "Реки".
- Alias:** An empty text input field.
- Type:** A dropdown menu with "Line Features" selected. Above it is the text "Type of features stored in this feature class:".
- Geometry Properties:** A section with two checkboxes:
  - Coordinates include M values. Used to store route data.
  - Coordinates include Z values. Used to store 3D data.
- Navigation:** Three buttons at the bottom: "< Назад", "Далее >", and "Отмена".

3.4. Сформируем нужные поля, полю Name задать тип «Text» и выбрать нужное число символов:

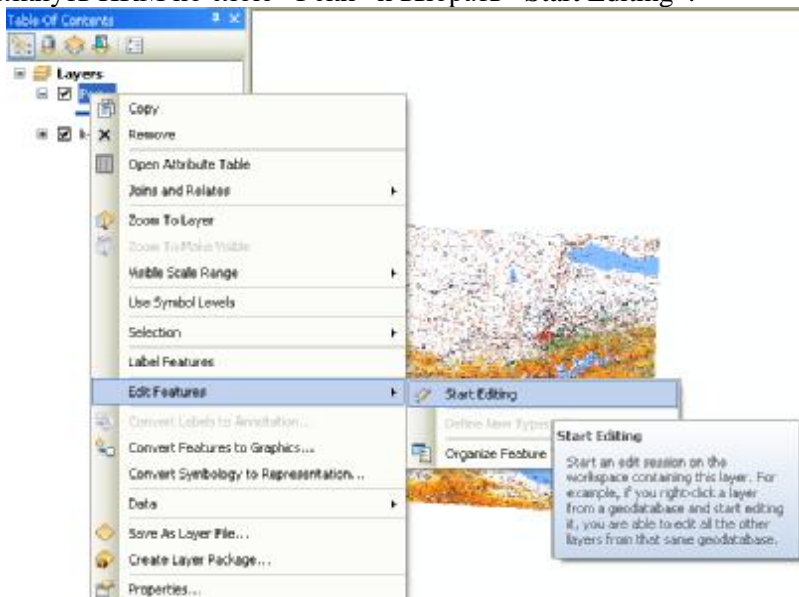


Закреть *ArcCatalog*.

3.5. Для слоя «Реки» выбираем свойства линии, толщину, цвет:

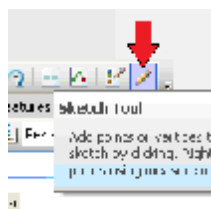


3.6. Для того чтобы векторизовать слой «Реки», необходимо щелкнуть ПКМ по слою «Реки» и выбрать «Start Editing»:

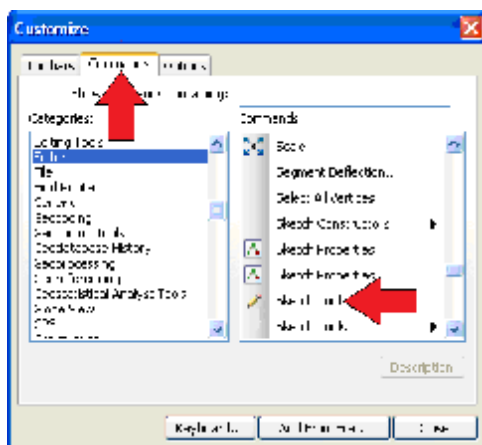
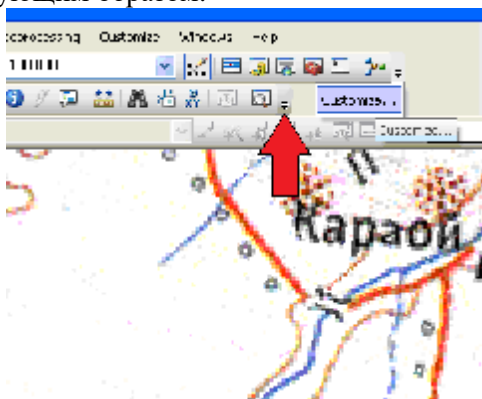


В появившемся окне выбрать «Продолжить».

3.7. Векторизация линий производится с помощью инструмента «Sketch»:



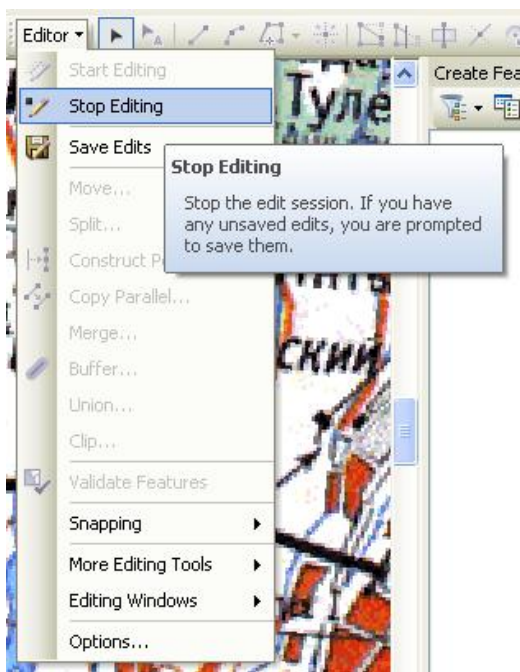
Если этого инструмента нет в панели редактирования, его можно вытащить следующим образом:



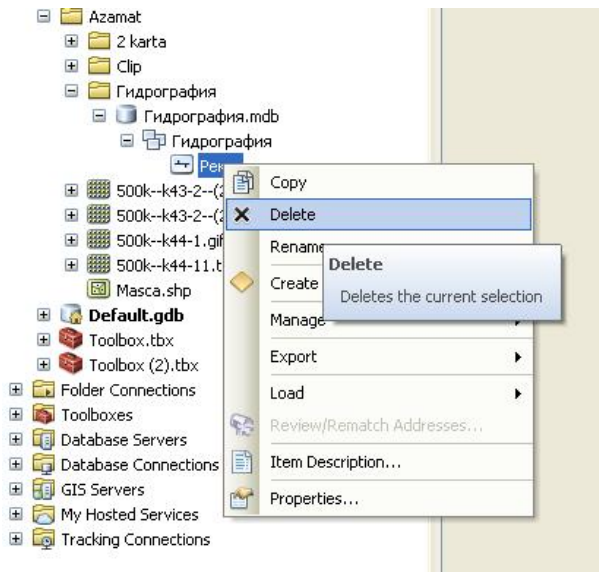
### 3.8. Основные операции при редактировании линий.

- Чтобы закончить линию, надо дважды щелкнуть ЛКМ.
- Для того чтобы продолжить линию, надо нажать «Sketch».
- Чтобы убрать часть линии, надо нажать на «Edit Tool» и дважды щелкнуть по линии, появятся узлы, надо щелкнуть ПКМ на последнем узле и нажать «Delete Vertex».
- Чтобы сгладить линию нужно открыть «Toolbox», затем «Generalization» → «Smooth line». Для сглаженных линий программа создает новый слой.

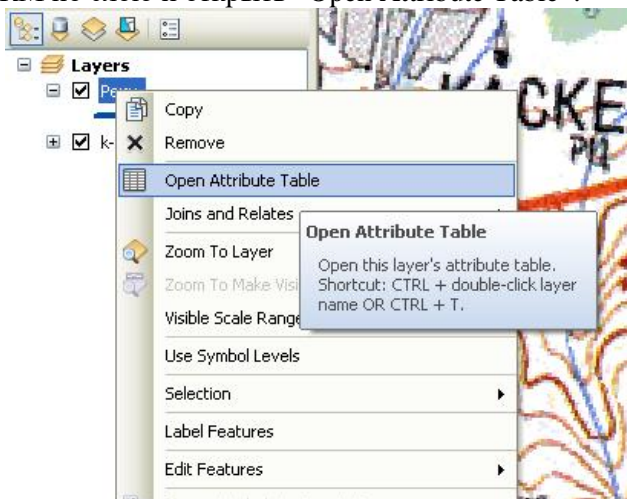
3.8. Для дальнейших операций со слоями завершаем редактирование:



3.9. Чтобы удалить слой, надо нажать ПКМ и выбрать «Delete». А чтобы удалить слой из базы, надо зайти в *ArcCatalog*, потом нажать ПКМ на нужном слое:

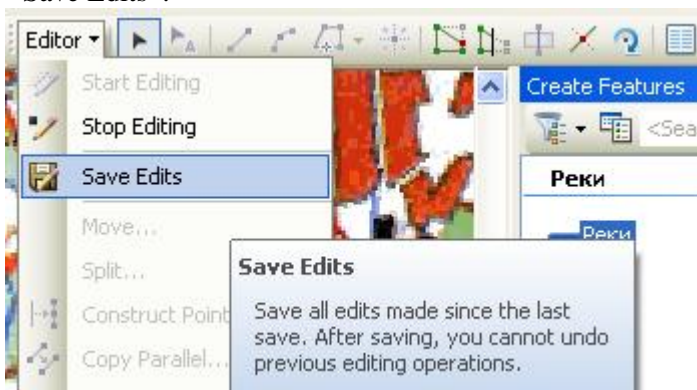


3.10. Для того чтобы внести в базу данных название реки надо нажать ПКМ по слою и открыть «Open Attribute Table»:



| OBJECTID * | SHAPE *  | Name         | SHAPE_Length |
|------------|----------|--------------|--------------|
| 2          | Polyline | Без названия | 15482,513613 |

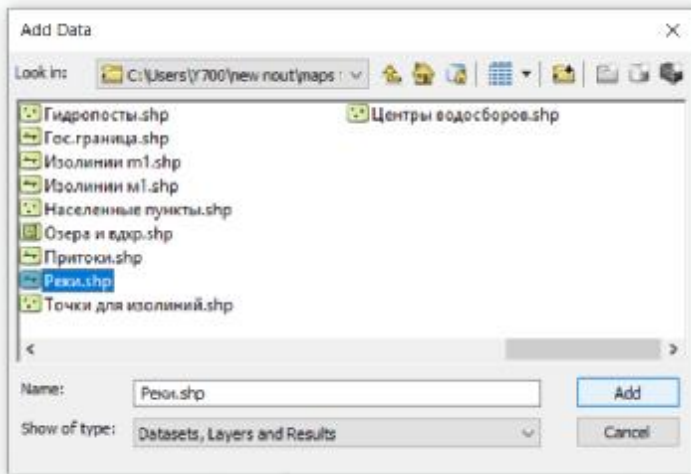
3.11. Для сохранения отвекторизованного слоя надо нажать «Editor» → «Save Edits»:



Завершаем редактирование. Нажимаем «Editor» → «Stop Editing».

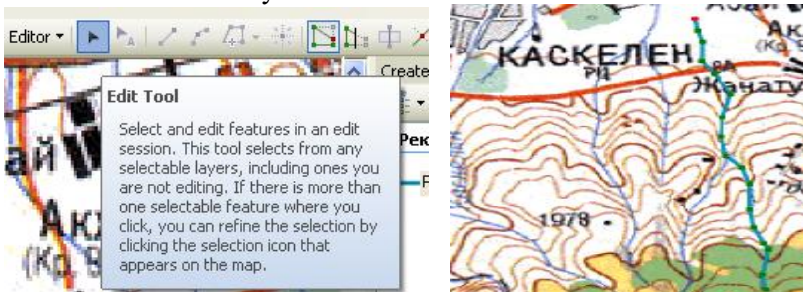
Если завершили работу, но нужно снова продолжить, то открываем *ArcMap* и нажимаем кнопку *Add Data*. В открывшемся окне указываем путь к папке, в которой находится карта, и открываем карту с помощью команды «Add» или двойным щелчком:



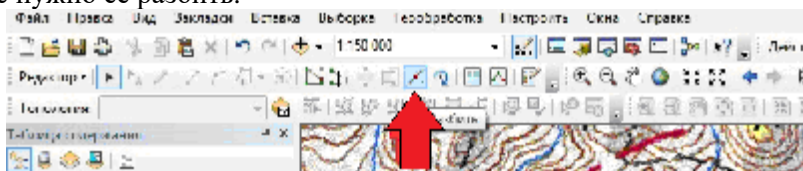


3.12. С линейными объектами можно выполнять следующие операции через кнопку «Edit Tool»:

– отображать узлы. Нажимаем «Edit Tool», выбираем нужную линию и нажимаем кнопку «Edit Vertices»:



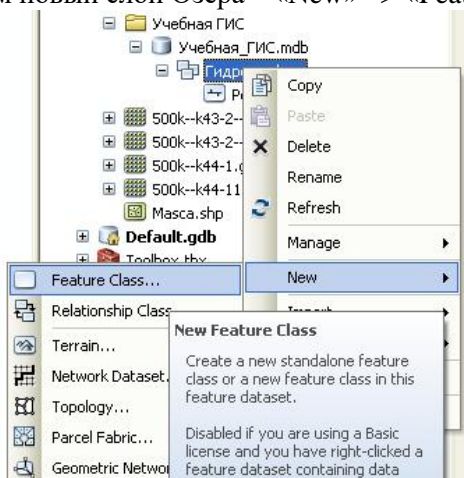
– разрезать линию. «Edit Tool» → выбираем нужную линию → «Split Tool» (Разбить), далее нажимаем ЛКМ в том месте на линии, где нужно ее разбить:



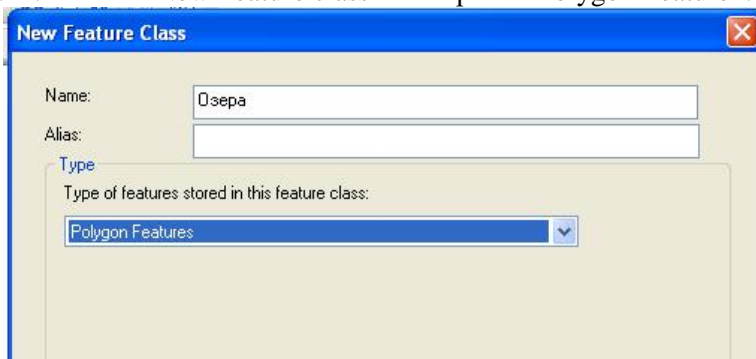
Следует помнить, что если информация перенесена из одной папки в другую, то при открытии карты надо указывать путь к папке, к которой привязаны данные.

### Создание слоев

3.13. Создадим новый слой Озера – «New» → «Feature class...»:



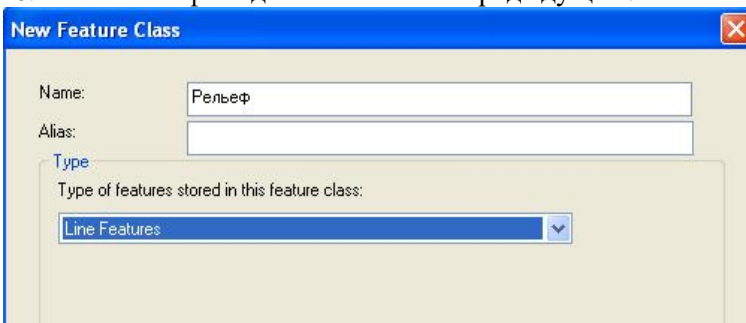
3.14. В окне «New Feature class» выбираем «Polygon Feature»:

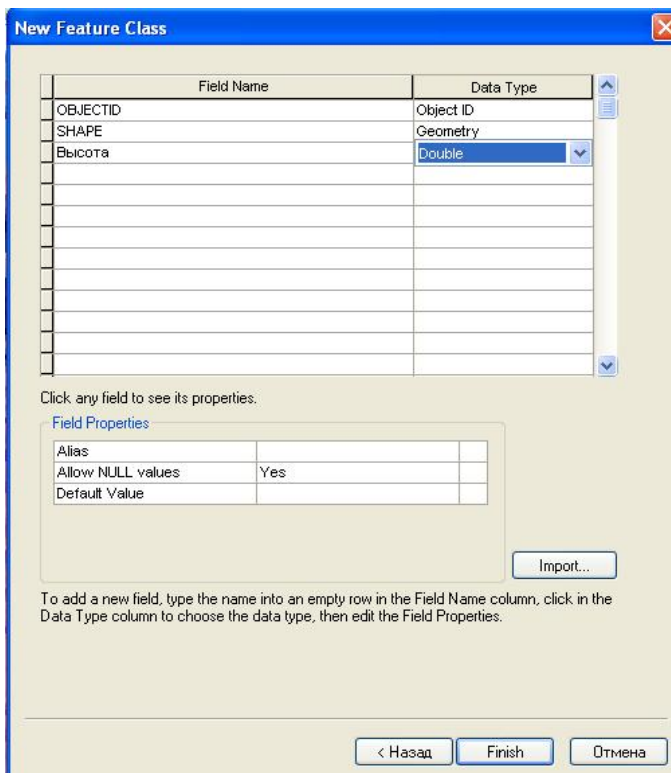


3.15. Для активизации полигона щелкаем по слою Озера в окне «Create Features» и ниже щелкаем на «Polygon»:

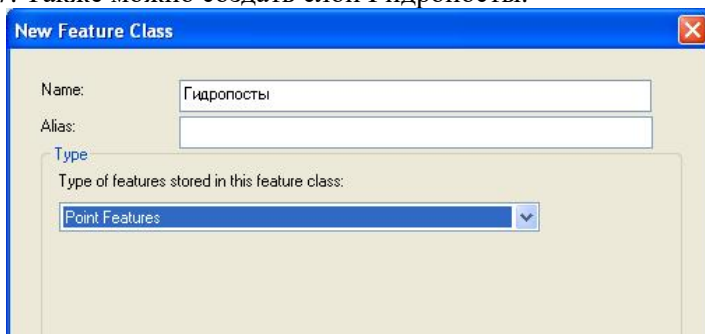


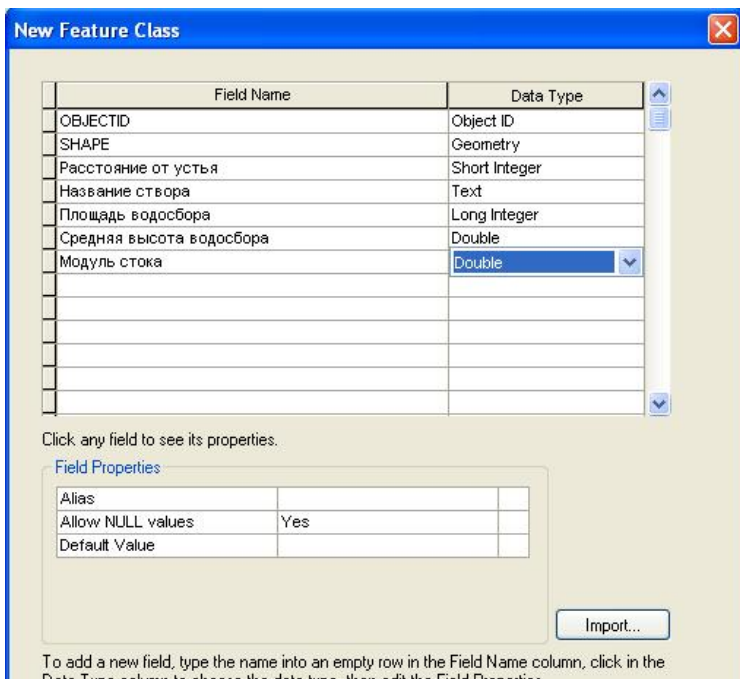
3.16. Слой Рельеф создает аналогично предыдущим:



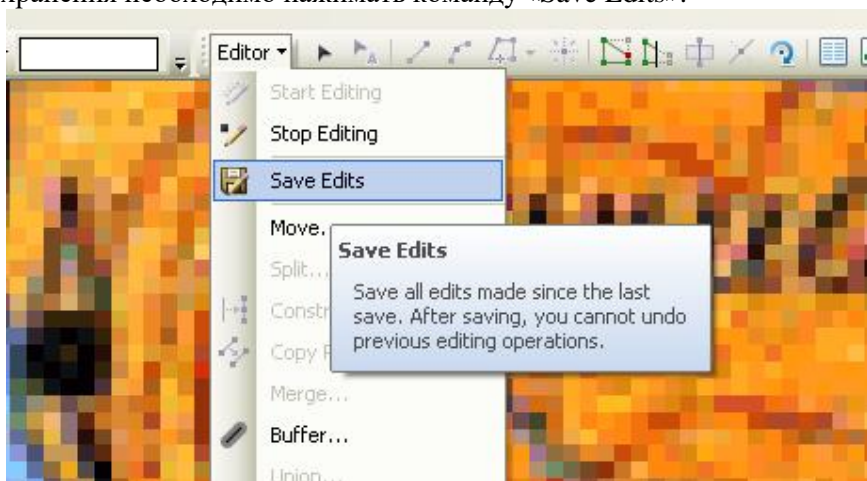


3.17. Также можно создать слой Гидропосты:



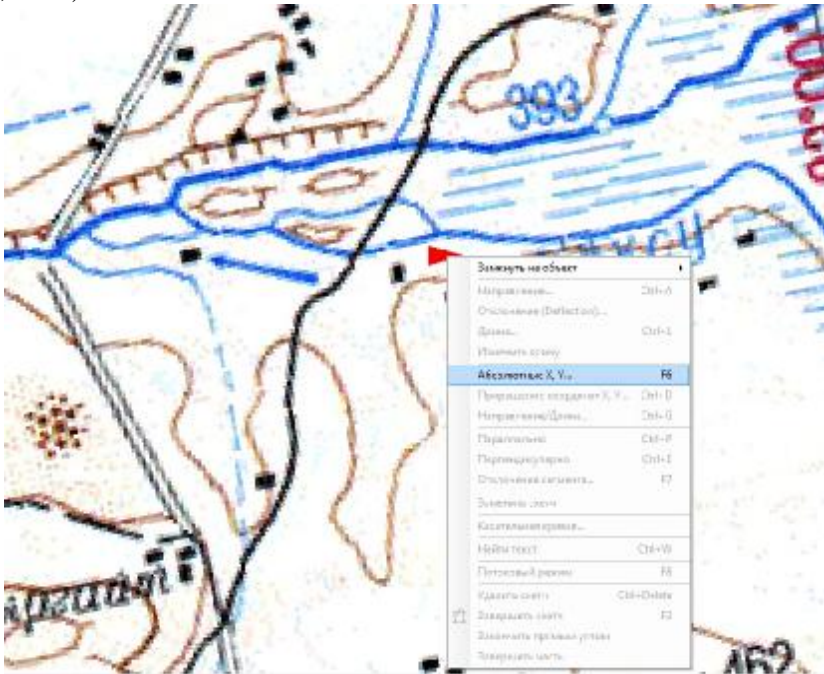


3.18. Каждый раз после завершения работы со слоем для его сохранения необходимо нажимать команду «Save Edits»:

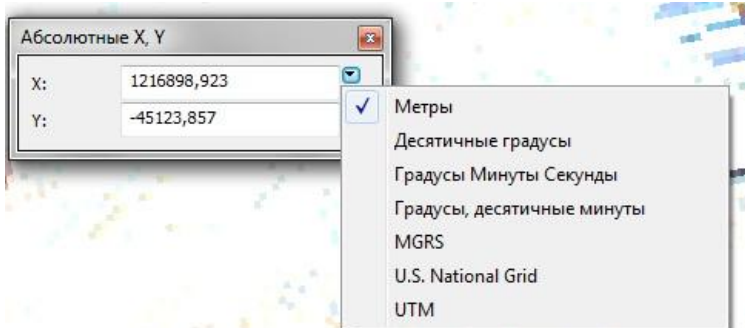


## Нанесение точки по координатам

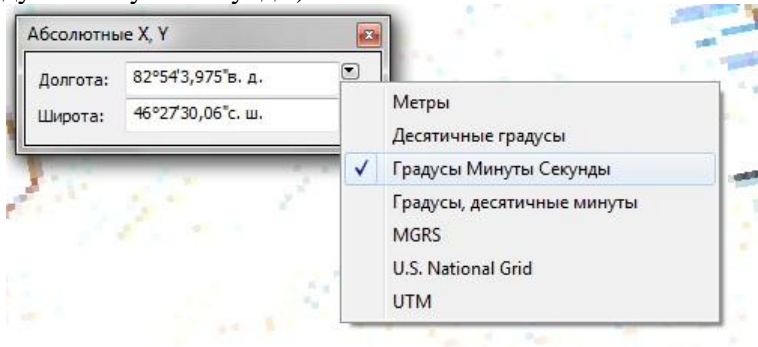
3.19. Выбираем слой для редактирования и щелкаем ПКМ по карте, из выпавшего списка выбираем «Absolute X, Y...» (Абсолютные X, Y ...):



3.20. В появившемся окне нажимаем на треугольник с правой стороны, появится список:



3.21. Выбираем нужное, например, «Degrees Minutes Seconds» (Градусы Минуты Секунды):



3.22. Вводим нужные координаты, нажимаем «Enter», точка появится там, где хотели.

## *ArcGIS (второй способ)*

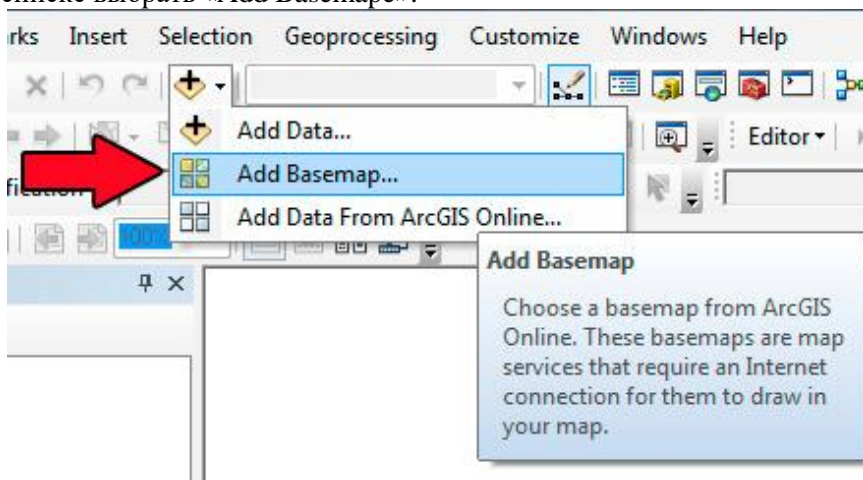
Часто нужно отобразить данные, представленные на некотором фоне – подложке. В качестве подложки может быть любая тематическая карта, спутниковый снимок или цифровая модель рельефа.

В *ArcMap* имеются возможности использовать встроенные подложки, поставляемые разработчиками программы и проектом *OpenStreetMap*, или подгружать сторонние файлы, в том числе и shp-файлы.

### 1. Создание подложки

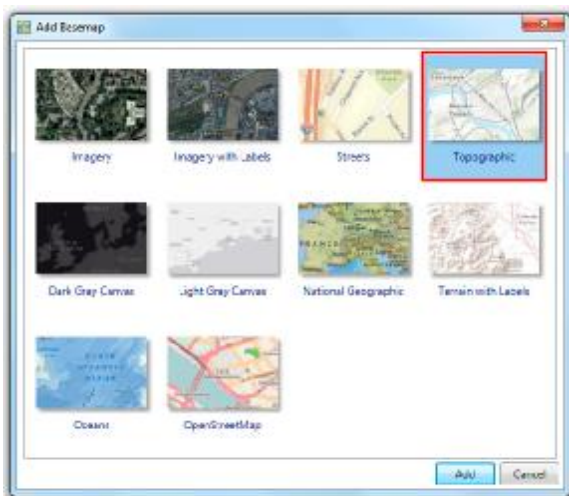
Загрузить встроенные подложки можно следующим способом:

1.1. Найти на панели меню иконку «Add Data», в выпадающем списке выбрать «Add Basemap»:



1.2. В открывшемся окне выбрать подходящую подложку, например топографическую карту «Topographic»:





Базовые карты представлены как различными тематическими картами, так и спутниковыми снимками.

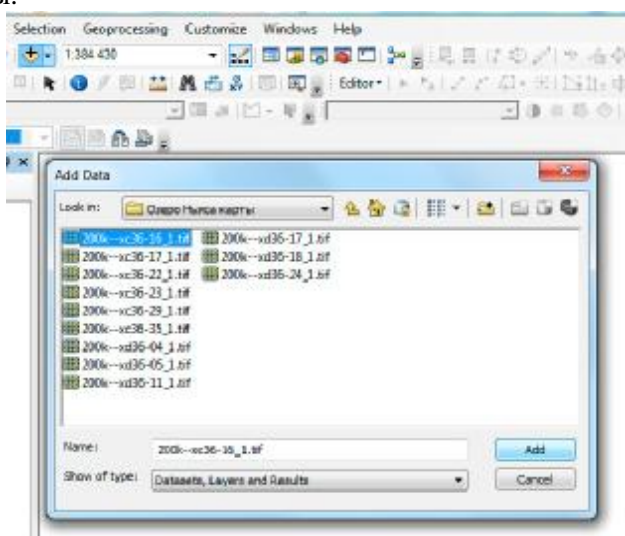
1.3. Базовую карту можно масштабировать специальными инструментами (типа лупы) или колесом мыши:



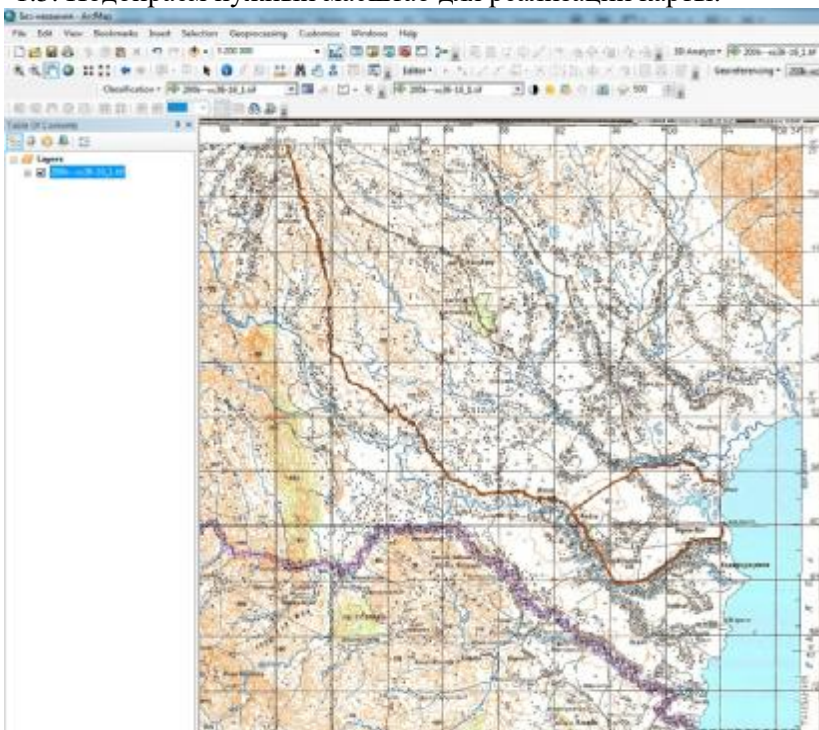


Сторонние подложки можно загрузить с любого носителя памяти, доступного для чтения в *ArcMap*. Например, подгрузим лист топографической карты берега озера Ньяса.

1.4. На панели меню нажимаем кнопку «Add Data», находим директорию, в которой хранится лист карты и выбираем нужный лист или листы:



## 1.5. Подбираем нужный масштаб для реализации карты:

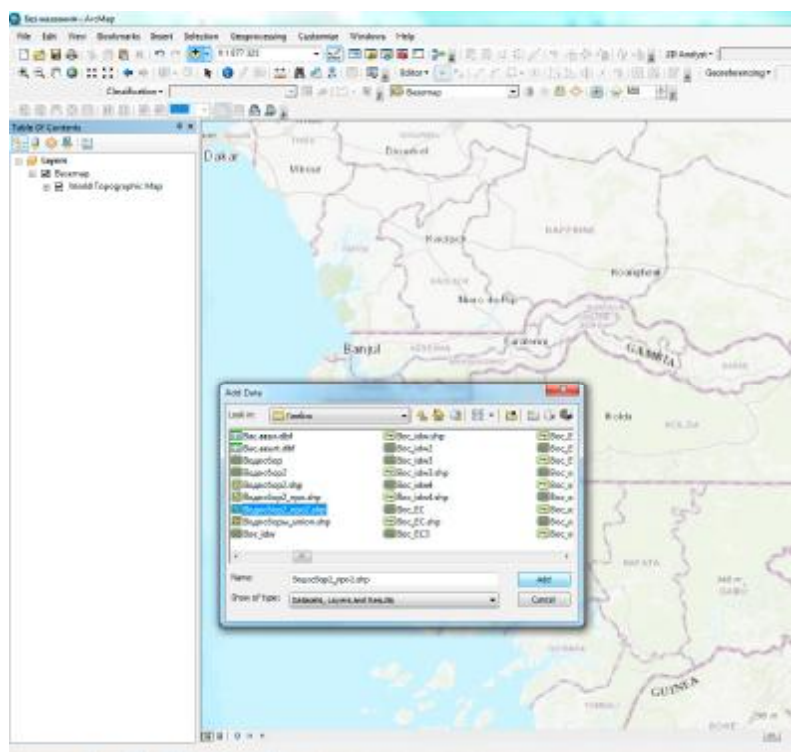


Добавление тематических слоев происходит через «Add Data».

## 2. Создание слоев

Создадим схему русловой сети водосбора реки Гамбия, в качестве подложки используя базовую топографическую карту.

2.1. Добавляем слои русловой сети и водосбора р. Гамбия:



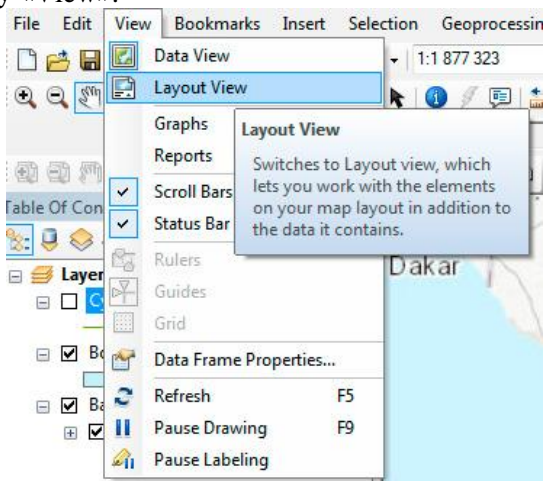
2.2. После добавления всех слоев карта принимает подобный вид:



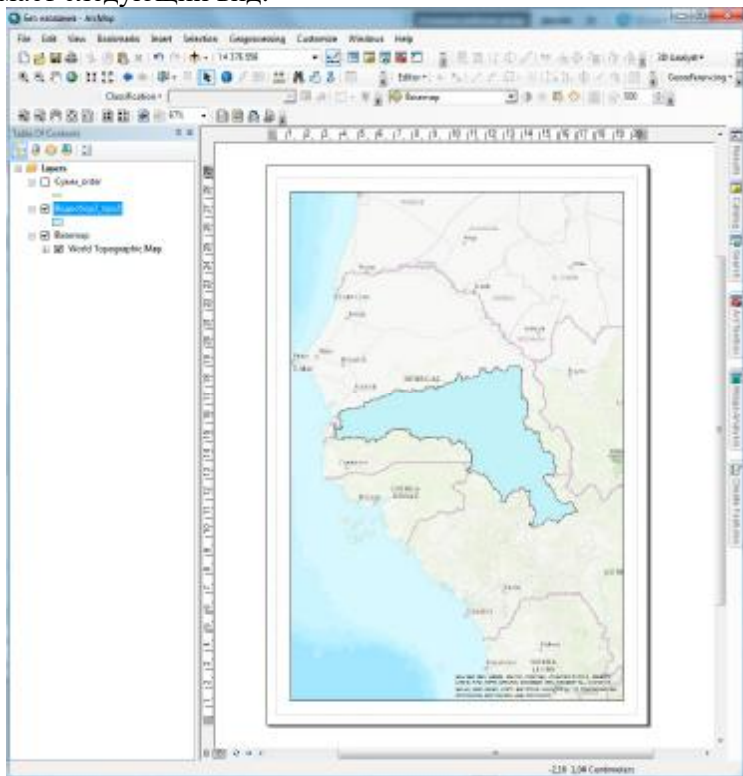
При оформлении карт следует придерживаться стандартов оформления картографических материалов, которые приведены в нормативных документах.

Однако, жесткость соблюдения требований зависит от конечной цели и назначения карты.

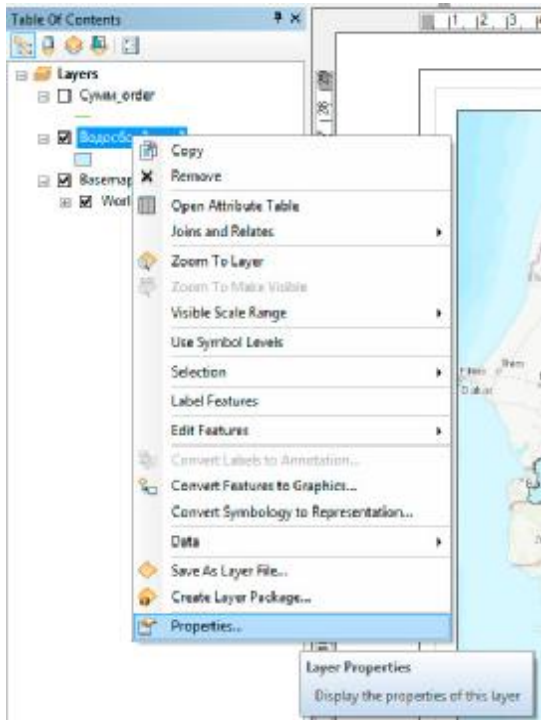
2.3. Для оформления карты нужно перейти из режима «Data View» в режим «Layout View», для этого на панели меню нужно выбрать вкладку «View»:



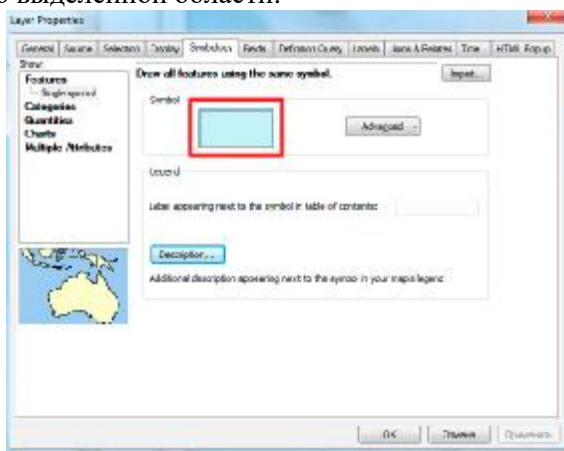
2.4. После перехода в данный режим рабочая область программы принимает следующий вид:



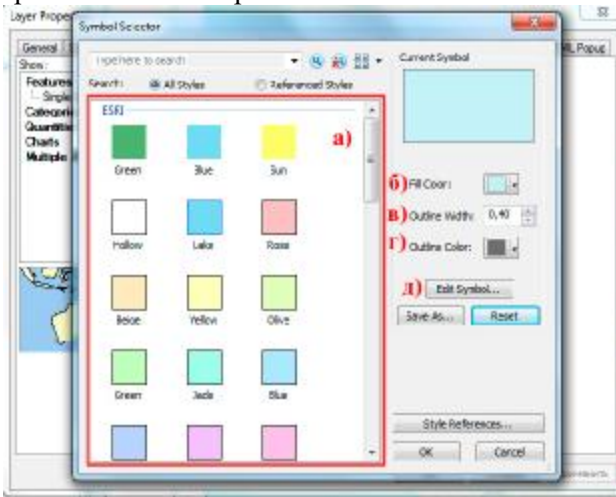
2.5. В рассматриваемом примере изменим оформление слоя с водосбором р. Гамбия, который является shp-файлом полигонального типа. Чтобы изменить оформление слоя нужно вызвать его свойства, щелкнув ПКМ по слою и выбрать его свойства «Properties»:



2.6. В открывшемся окне перейти во вкладку «Symbology» и щелкнуть по выделенной области:

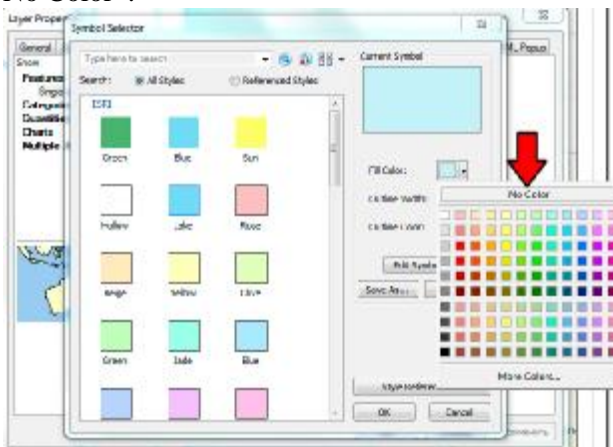


## 2.7. Откроется меню настройки символов слоя:



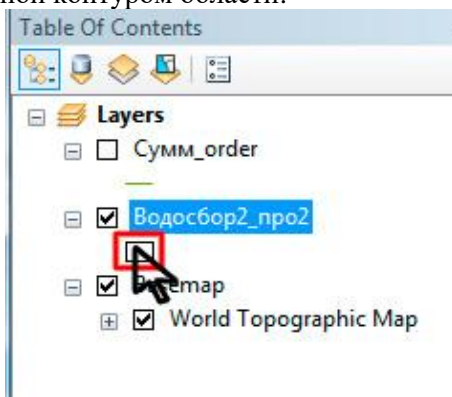
Меню настройки можно разделить на несколько элементов (на рисунке выше обозначены буквами): поле готовых шаблонов – а; параметр, отвечающий за цвет объектов слоя – б; толщина линии границы объекта – в; цвет линии границы объекта – г; подраздел меню настройки, позволяющий проводить более сложную настройку элементов слоя – д.

2.8. В случае, если заливка слоя цветом не требуется, то можно выбрать «No Color»:

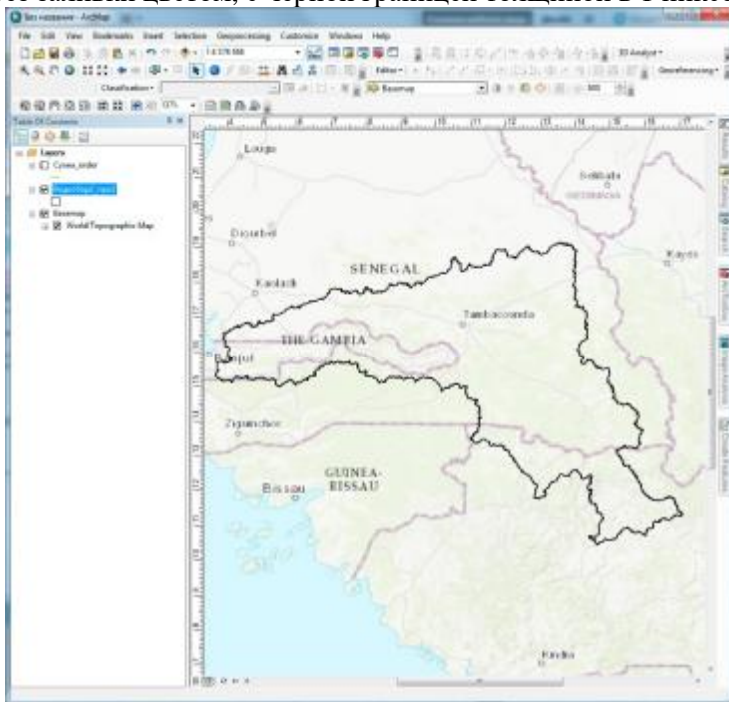




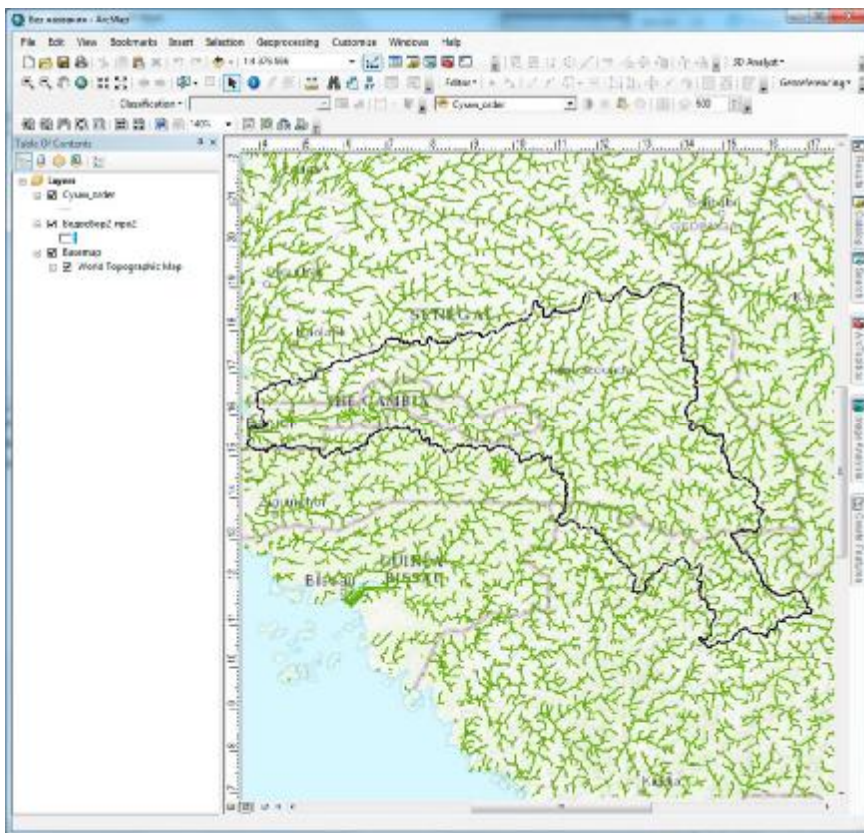
2.9. Для быстрого доступа к меню настройки слоя можно щелкнуть по выделенной контуром области:



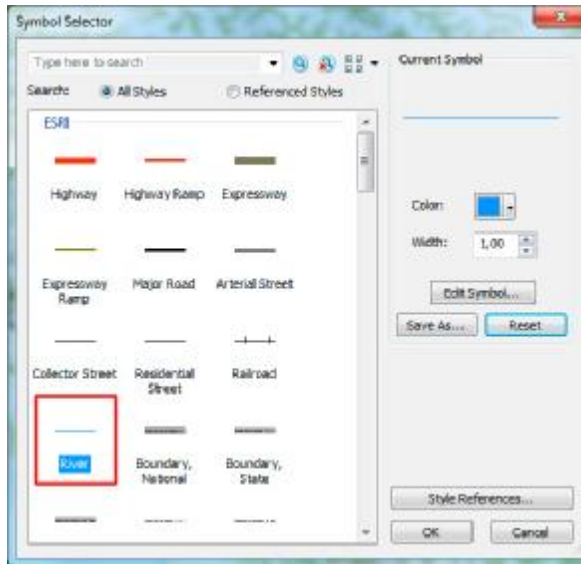
2.10. Настроим слой с водосбором таким образом, чтобы полигон был без заливки цветом, с черной границей толщиной в 1 пиксель:



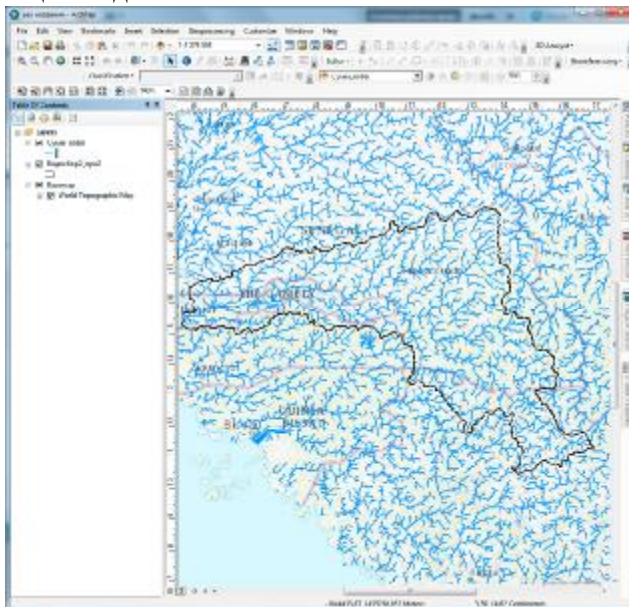
2.11. Следующим этапом оформления будет настройка русловой сети, представленной shp-файлом полилиниального типа. По умолчанию русловая сеть выглядит следующим образом:



2.12. Можно сменить цвет рек: среди готовых шаблонов имеется шаблон «River»:



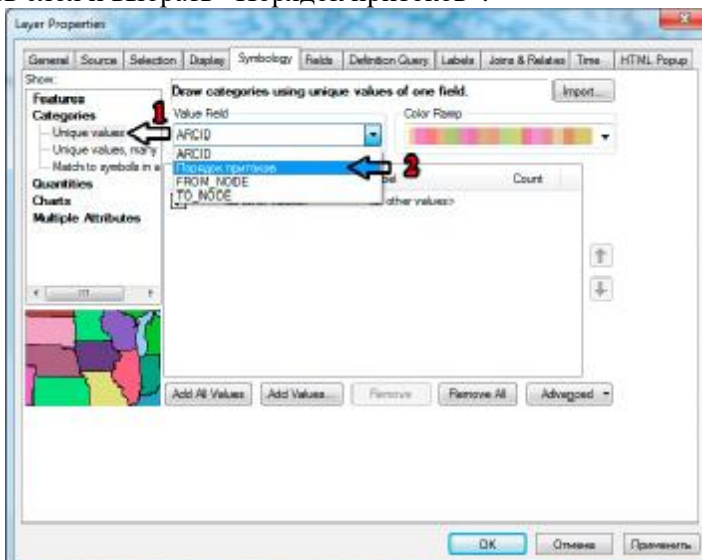
2.13. При использовании данного шаблона русловая сеть принимает следующий вид:



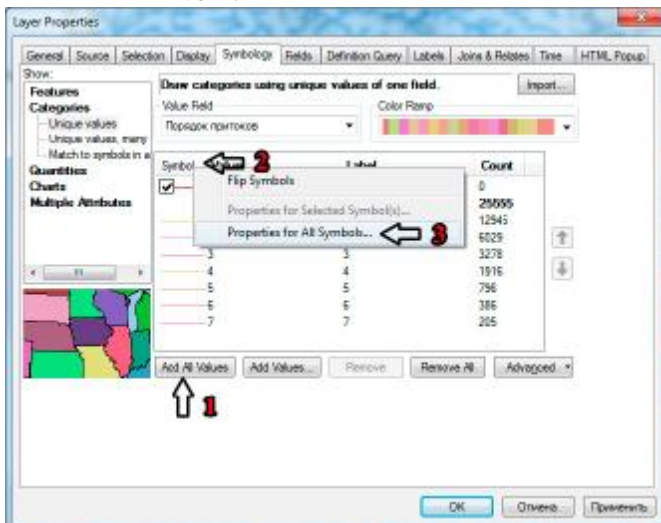
2.14. Следующим шагом будет применение эффекта изменения толщины русла. Для этого нужно обладать сведениями о порядке притоков в русловой сети. Данная информация должна содержаться в атрибутивной таблице shp-файла:

| ID | Shape   | ARCID | FROM NODE | TO NODE | TO_LENGTH |
|----|---------|-------|-----------|---------|-----------|
| 0  | Point   | 1     | 1         | 141     | 2         |
| 1  | Polylin | 2     | 2         | 89      | 403       |
| 2  | Polylin | 3     | 1         | 80      | 203       |
| 3  | Polylin | 4     | 1         | 81      | 1         |
| 4  | Polylin | 5     | 1         | 82      | 183       |
| 5  | Polylin | 6     | 1         | 83      | 22        |
| 6  | Polylin | 7     | 6         | 84      | 20        |
| 7  | Polylin | 8     | 5         | 85      | 483       |
| 8  | Polylin | 9     | 1         | 86      | 41        |
| 9  | Polylin | 10    | 1         | 70      | 14        |
| 10 | Polylin | 11    | 2         | 71      | 44        |
| 11 | Polylin | 12    | 2         | 73      | 28        |
| 12 | Polylin | 13    | 1         | 74      | 38        |
| 13 | Polylin | 14    | 1         | 75      | 35        |
| 14 | Polylin | 15    | 1         | 76      | 2         |
| 15 | Polylin | 16    | 5         | 77      | 36        |
| 16 | Polylin | 17    | 2         | 84      | 8         |
| 17 | Polylin | 18    | 2         | 79      | 77        |
| 18 | Polylin | 19    | 2         | 80      | 57        |
| 19 | Polylin | 20    | 1         | 78      | 8         |
| 20 | Polylin | 21    | 1         | 81      | 36        |
| 21 | Polylin | 22    | 5         | 82      | 25        |
| 22 | Polylin | 23    | 5         | 83      | 76        |
| 23 | Polylin | 24    | 5         | 84      | 167       |
| 24 | Polylin | 25    | 1         | 85      | 33        |
| 25 | Polylin | 26    | 1         | 86      | 28        |
| 26 | Polylin | 27    | 1         | 87      | 69        |
| 27 | Polylin | 28    | 1         | 88      | 51        |

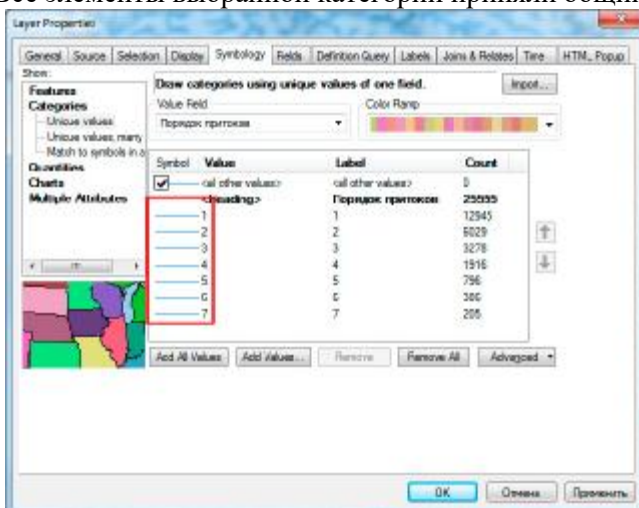
2.15. Чтобы создать дифференцированную русловую сеть, приближенную к действительности, надо открыть вкладку «Symbology» свойств слоя и выбрать «Порядок притоков»:



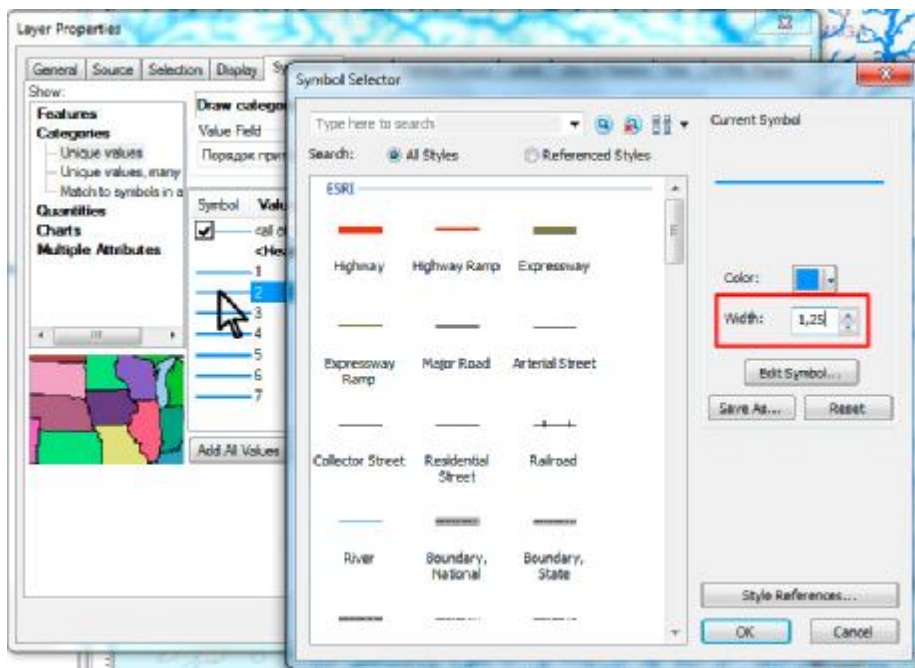
2.16. После выбора в поле значений «Порядок притоков» нажимаем на кнопку «Add All Values», после чего добавляются все значения выбранной категории. Щелкаем по «Symbol». Чтобы настроить вид сразу всех полилиний, выбираем пункт «Properties for All Symbols». Выбираем шаблон «River»:



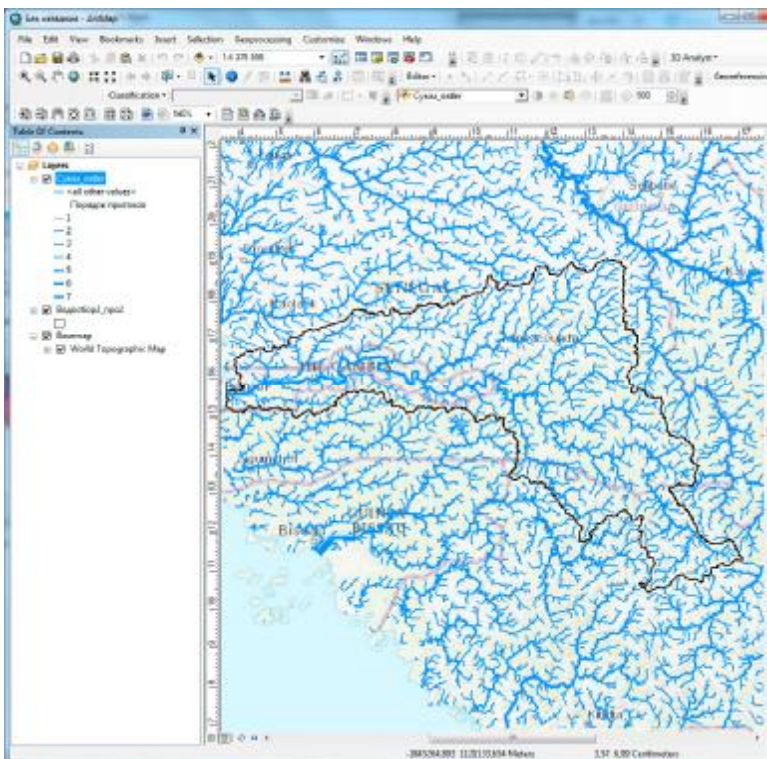
2.17. Все элементы выбранной категории приняли общий вид:



2.18. Теперь следует настроить толщину линий каждой подкатегории: чем выше номер, тем толще линия. Настройка толщины производится для каждой линии отдельно. В данном случае следует увеличивать толщину до 1,25 пикселя, приращение обусловлено субъективным мнением составителя карты и может меняться в зависимости от условий оформления карты. Чтобы изменить толщину линии в подкатегории нужно дважды щелкнуть по линии и в графе «Width» указать нужную толщину:



2.19. В конечном виде русловая сеть примет следующий вид:



2.20. Помимо настройки слоев карты в *ArcMap* доступны еще следующие элементы оформления, расположенные в пункте меню «Insert»:

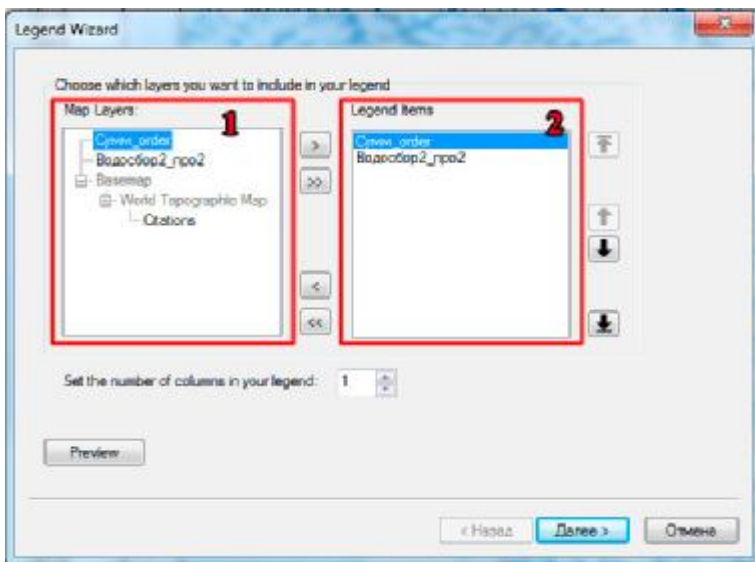


- «Data Frame» – блок данных. Позволяет вставить блок данных, тем самым добавить на рабочую область еще одну карту. Актуально, если требуется отобразить несколько карт, состоящих из разных слоев.
- «Title» – создает текстовый заголовок, например название карты.
- «Text» – создает текстовую запись, комментарии или названия географических объектов.
- «Dynamic Text» – создает текст, который формируется автоматически, в соответствии с выбранным шаблоном, например, сведения об авторе карты или географической системе координат, используемой при составлении карты.
- «Neatline» – создает дополнительную рамку вокруг объекта.
- «Legend» – создает легенду к карте.
- «North Arrow» – создает стрелку, указывающую на север.
- «Scale Bar» – создает масштабную линейку.
- «Scale Text» – создает числовую запись масштаба, например, 1:10000.
- «Picture» – позволяет вставить изображение.
- «Object» – позволяет вставить объект из сторонней программы.

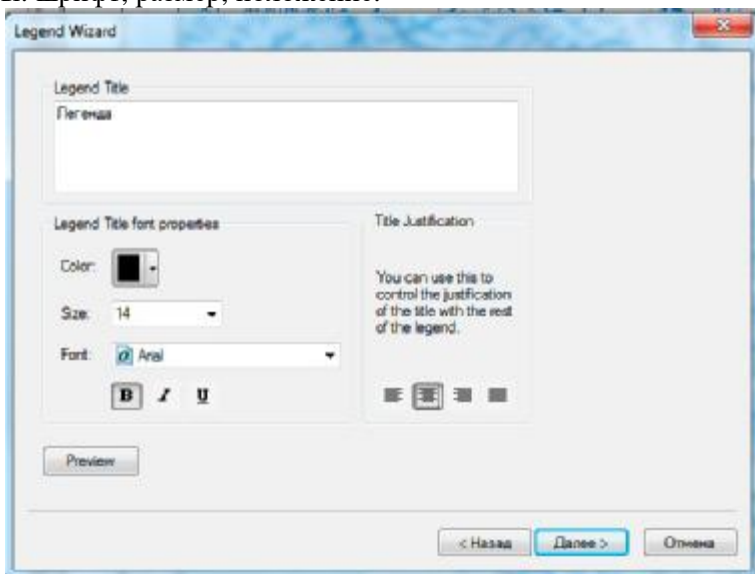
### **3. Добавление легенды**

3.1. В открывшемся окне «Legend Wizard» можно увидеть две зоны: в первой «Map Layers» отображены все слои проекта, во второй «Legend Items» – слои, которые нужно отобразить в легенде:

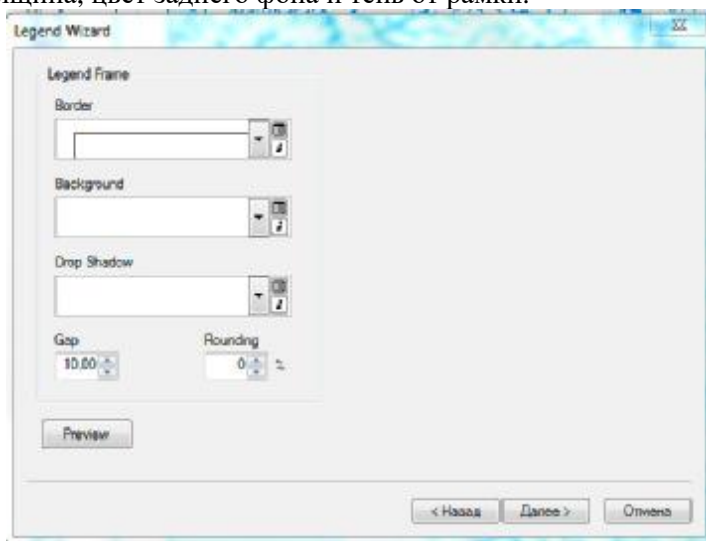




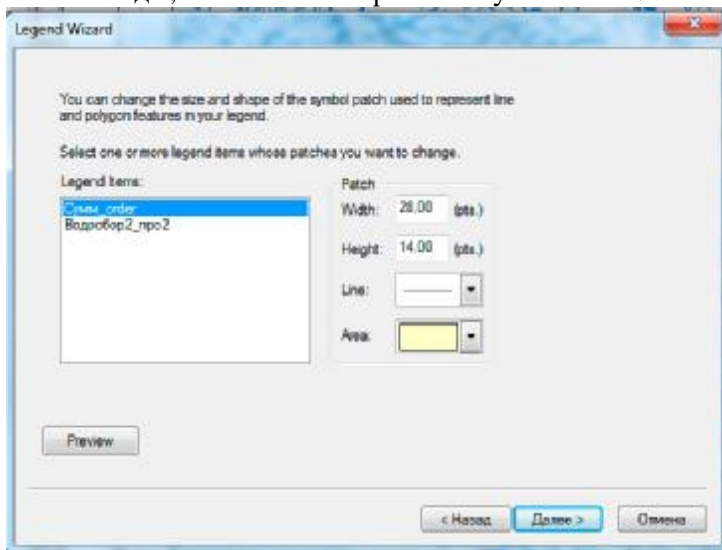
3.2. После нажатия на кнопку «Далее» настраивается надпись легенды: шрифт, размер, положение:



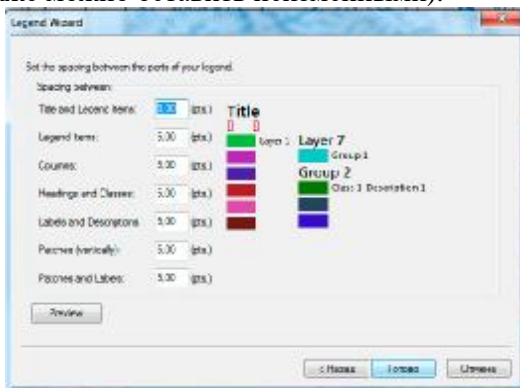
3.3. Далее производится настройка параметров отображения рамки: толщина, цвет заднего фона и тень от рамки.



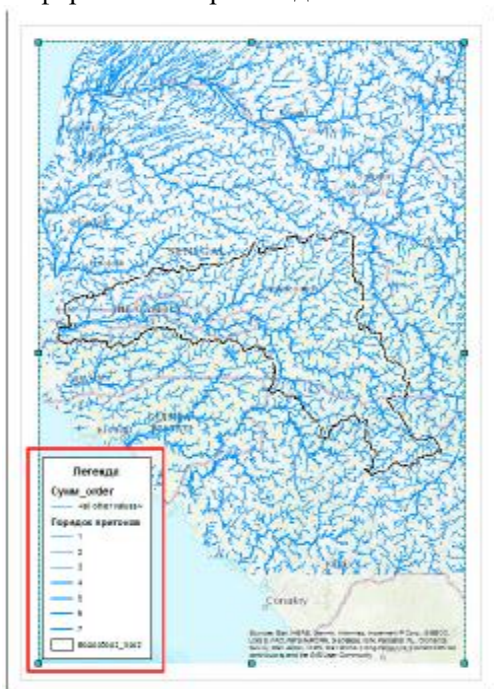
3.4. В следующем окне производится необязательная настройка элементов легенды, оставляем настройки по умолчанию:



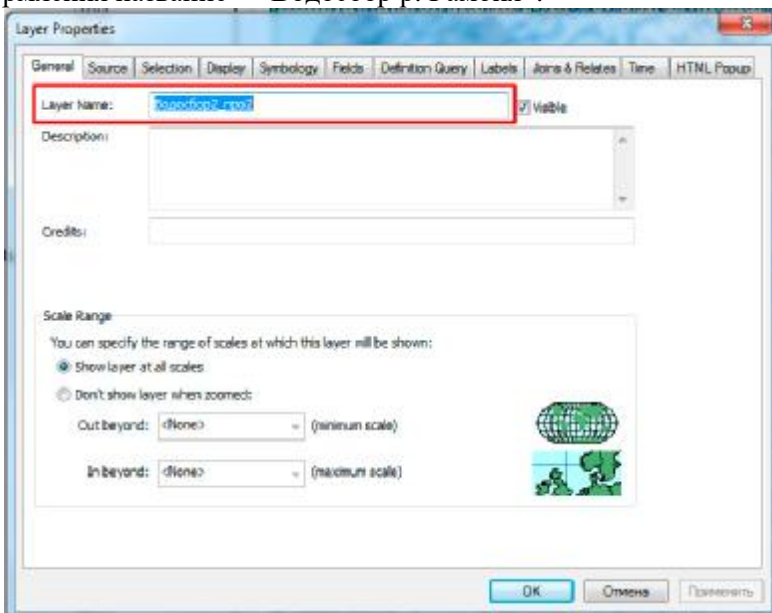
3.5. И в последнем окне настраиваем шрифты подписей (данные настройки также можно оставить неизменными):



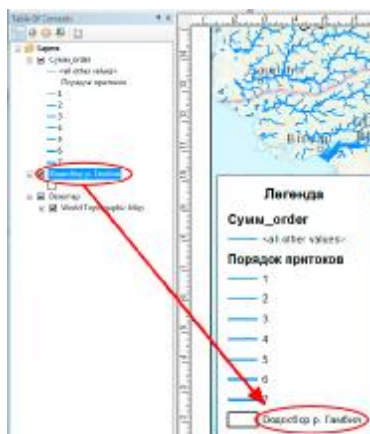
3.6. После подтверждения всех настроек легенды, к карте добавляется новый блок «Легенда», однако подписи слоев еще не имеют приемлемого для оформления карты вида:



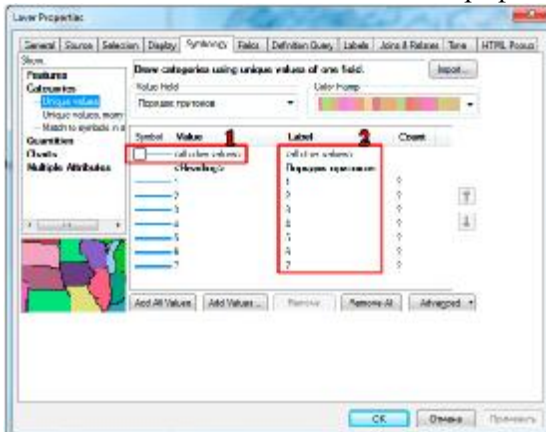
3.7. Изменим подпись слоя с водосбором р. Гамбия. Для этого нужно открыть свойства слоя и перейти на вкладку «General». В графе «Layer Name» вместо названия файла указываем нужное для оформления название – «Водосбор р. Гамбия»:



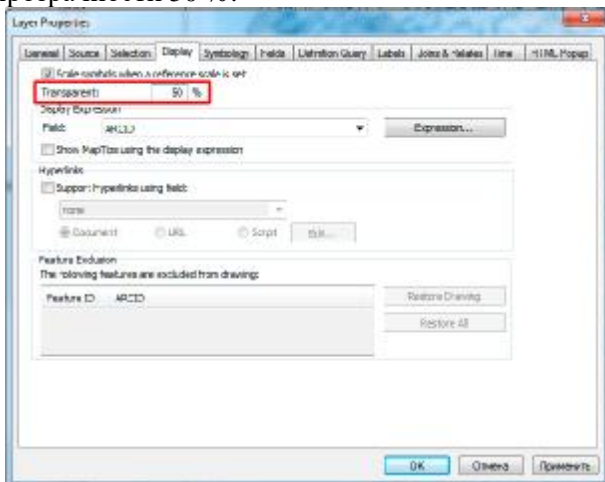
3.8. После внесения изменений легенда выглядит следующим образом:



3.9. Для оформления слоя с русловой сетью потребуется больше преобразований. Открываем свойства, переходим во вкладку «Symbology», снимаем галочку рядом с надписью «all other values» (1) (при необходимости можно изменить подписи в графе «Label» (2)):



3.10. Поскольку русловая сеть слишком ярко выделяется на фоне подложки стоит изменить «прозрачность» рек. Прозрачность слоев настраивается во вкладке «Display» в графе «Transparent». По умолчанию значение прозрачности стоит на 0 % – слой полностью непрозрачный, но чем выше значение, тем прозрачнее слой. Выставляем значение прозрачности 50 %:



3.11. В конечном виде карта принимает следующий вид:



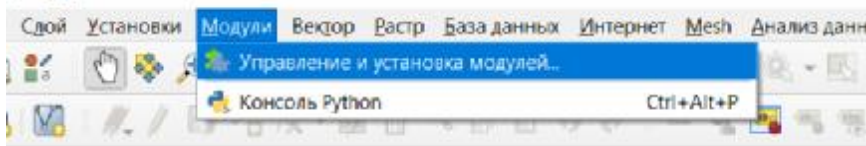
## QGIS

В программе *QGIS*, как и в *ArcGIS* можно выполнять базовые действия по привязке топографических карт, векторизации слоев и т. д. Преимуществом *QGIS* является то, что лицензионная версия программы бесплатная, ее можно скачать на официальном сайте программы: <https://qgis.org/>. При написании данного раздела использовалась программа *QGIS* версии 3.8.2.

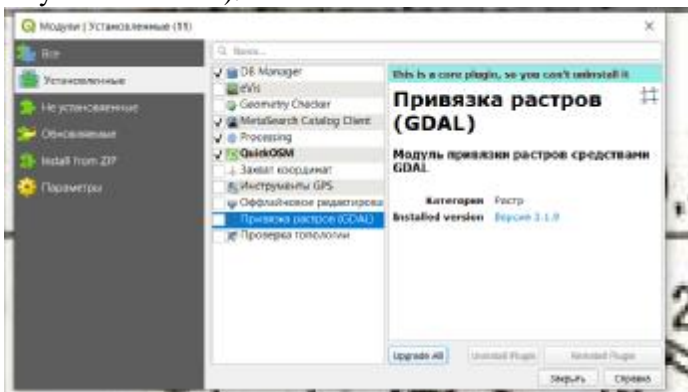
### 1. Привязка растрового изображения

1.1. Перед привязкой карт, необходимо убедиться установлен ли модуль «Привязка растров» (GDAL). Для этого заходим в «Модули» → «Управление и установка модулей»:

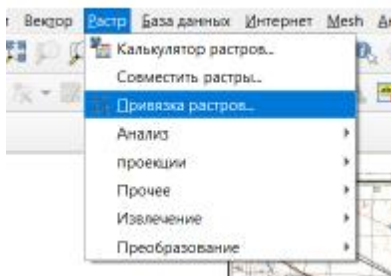
Я - QGIS



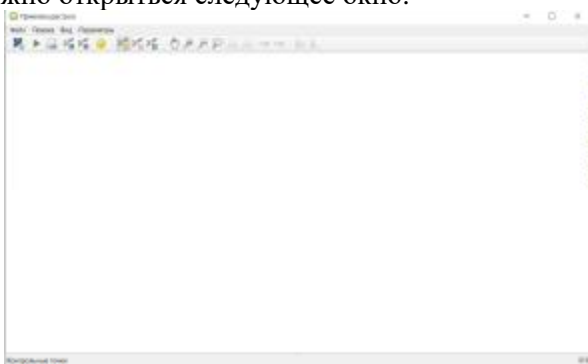
1.2. В разделе «Установленные» находим «Привязка растров» (GDAL), ставим галочку рядом с ней и закрываем окно (если этого модуля нет в разделе «Установленные», тогда в разделе «Все» находим его и устанавливаем):



1.3. В разделе «Растр» выбираем «Привязка растров»:

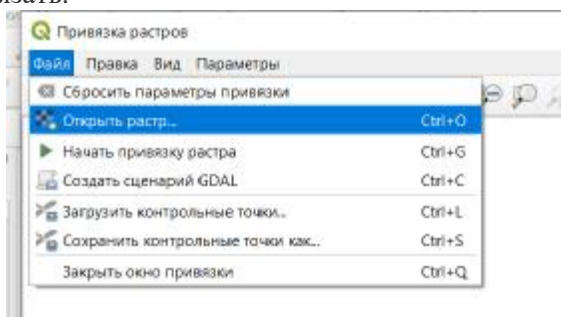


1.4. Должно открыться следующее окно:



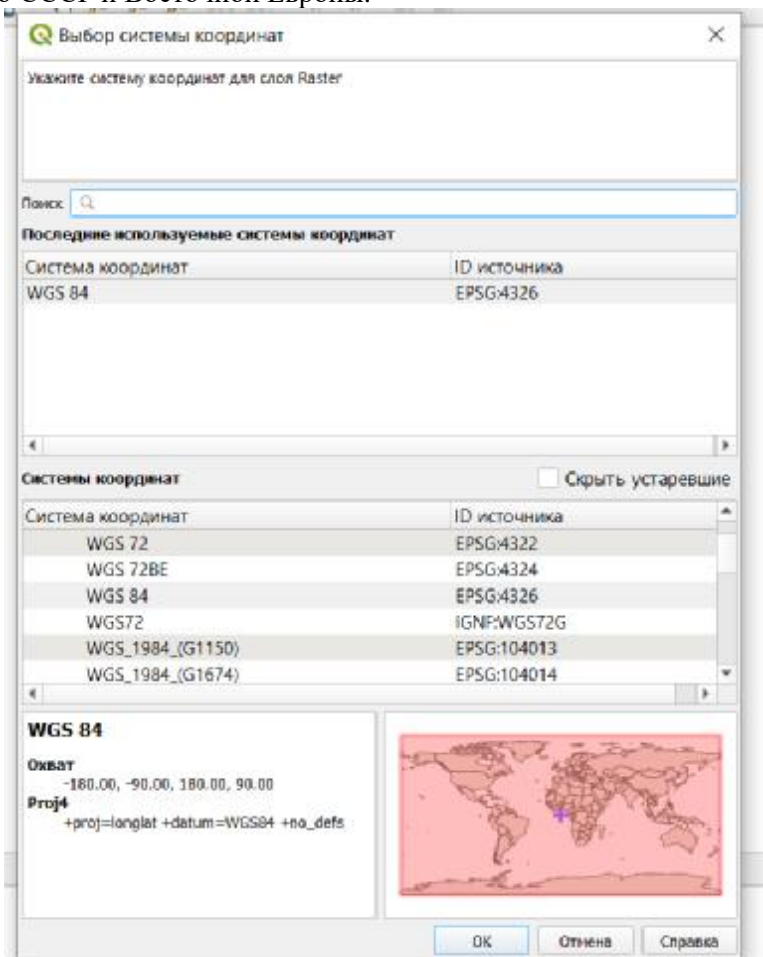
Окно модуля разделено на 2 части: верхнюю часть, где будет отображаться растр, и нижнюю часть, где появится таблица, показывающая опорные точки.

1.5. В модуле «Привязка растров» открываем карту, которую нужно привязать:

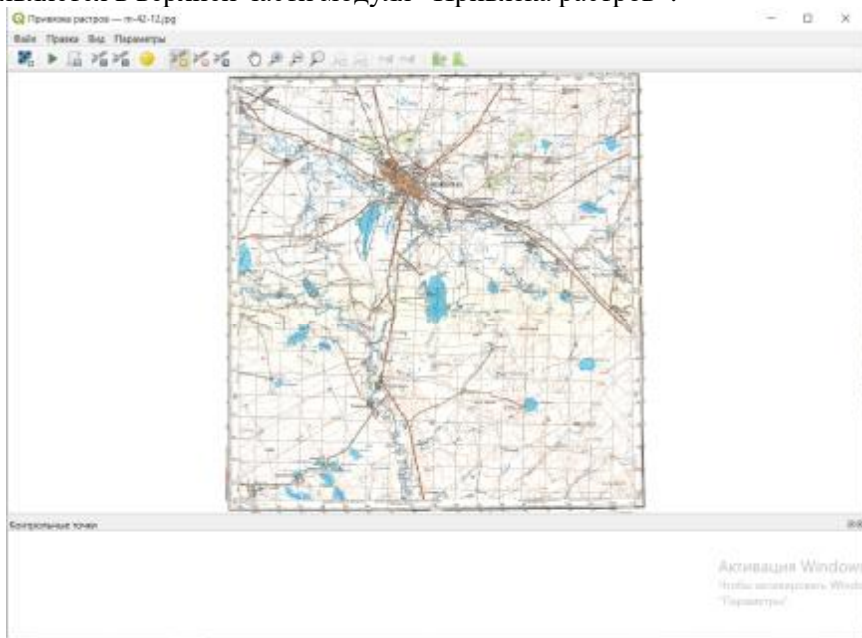




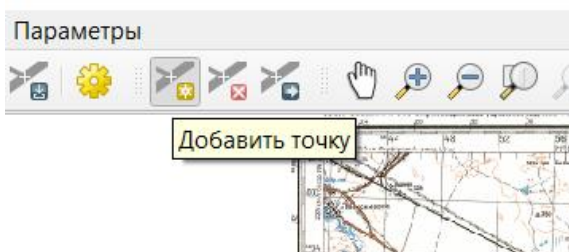
1.6. Программа предложит выбрать систему координат для привязки карты. Обычно используют систему координат WGS 84, так как она покрывает почти весь Земной шар. Если вы привязываете топо-карту до 1950-х годов, можно также воспользоваться системой координат Pulkovo 1942, которая используется для территории бывшего СССР и Восточной Европы.



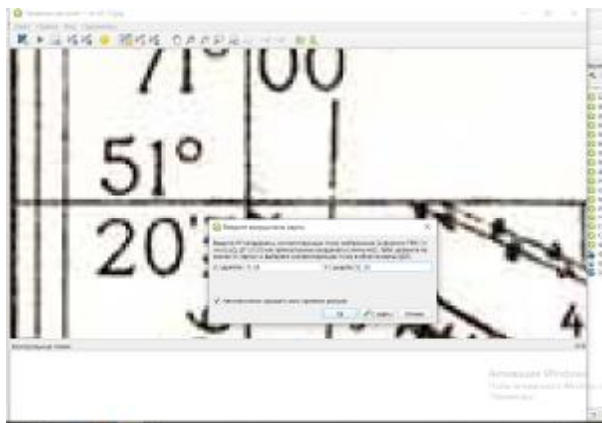
1.7. После выбора системы координат нажимаем «ОК», карта появляется в верхней части модуля «Привязка растров»:



1.8. Теперь надо назначить координаты некоторым точкам на карте. Для этого в этом же модуле нажимаем кнопку «Добавить точку»:

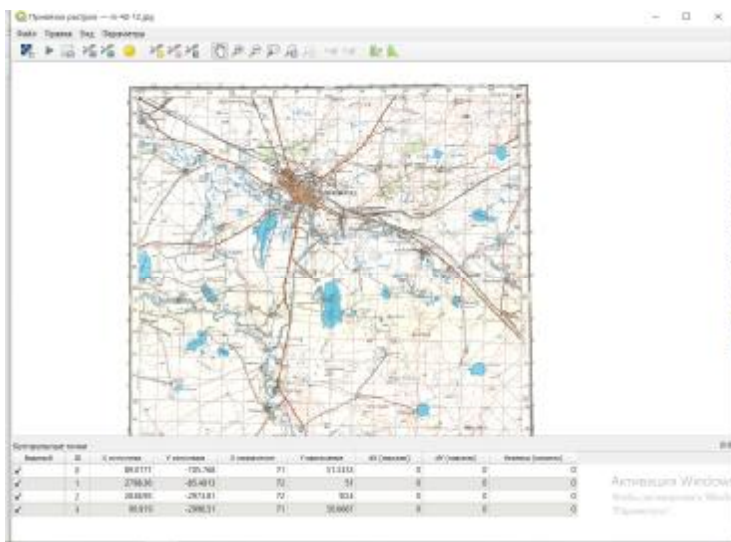


1.9. Предварительно увеличив карту до нужных размеров, добавляем точку на карту на пересечении линий долготы и широты, далее вбиваем координаты точки в открывшемся окне и нажимаем «ОК»:



Вводить координаты следует в формате «Градусы–Минуты–Секунды». Обычно эти координаты указаны по углам карт. Градусы отделяются от минут точкой, точкой отделяются и секунды от минуты. Привязку точек можно начать с верхнего левого угла и координатные точки проставить по всем четырем углам. Для привязки, желательно, нанести минимум 4 точки.

1.10. Информация о привязанных точках отобразится в нижнем окне:



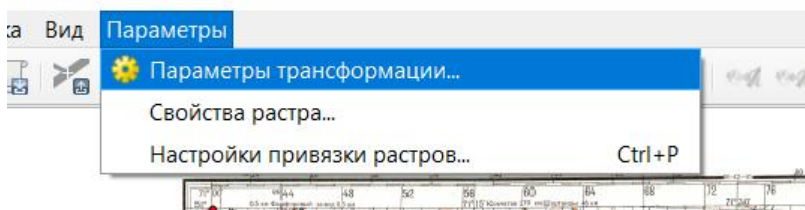
1.11. Для удаления точек, нужно нажать на кнопку «Удалить точку»:



Затем курсором мыши навести на точку, которую нужно удалить, и щелкнуть по ней. Точка должна сразу удалиться.

1.12. После нанесения всех координатных точек завершаем процесс привязки:

растров — m-42-12.jpg



В *QGIS* доступно несколько методов трансформации растров:

- Линейное – аффинное преобразование, линейный сдвиг и масштабирование, пересчет (создание нового) растра при этом не происходит (пункт создания нового растра заблокирован), создается новый файл привязки;

- Гельмерта – сдвиг и поворот, создается новый файл в формате TIFF и файл привязки;

- Полиномиальное 1, 2, 3 – полиномиальное преобразование первого, второго или третьего порядка. Требуют соответственно минимум 4, 6, 10 точек. Создается новый файл в формате TIFF и файл привязки. Для быстрой привязки рекомендуется использовать Полиномиальное преобразование 1 порядка, для более точной Полиномиальное преобразование 2 порядка.

- Тонкостенный сплайн – кусочно-линейное преобразование, аналогичное модели трансформации резинового листа (rubbersheet), используется в случае очень сильных локальных искажений исходного растра.

Для начала рекомендуется пользоваться полиномиальной моделью соответствующей количеству созданных контрольных точек.

1.13. Устанавливаем все галочки, как на рисунке ниже, и нажимаем «ОК»:

Параметры трансформации

Параметры трансформации

Тип трансформации: Полиномиальная 1

Метод интерполяции: Ближайший сосед

Целевая система координат: EPSG:4326 - WGS 84

Настройки вывода

Целевой растр: 42-12\_modified.tif

Сжатие: None

Сохранить контрольные точки

Только создать world-файл (линейная трансформация)

Использовать 0 для прозрачности при необходимости

Установить целевое разрешение

Горизонтальное: 0.00000

Вертикальное: -1.00000

Отчёты

Создать карту в PDF

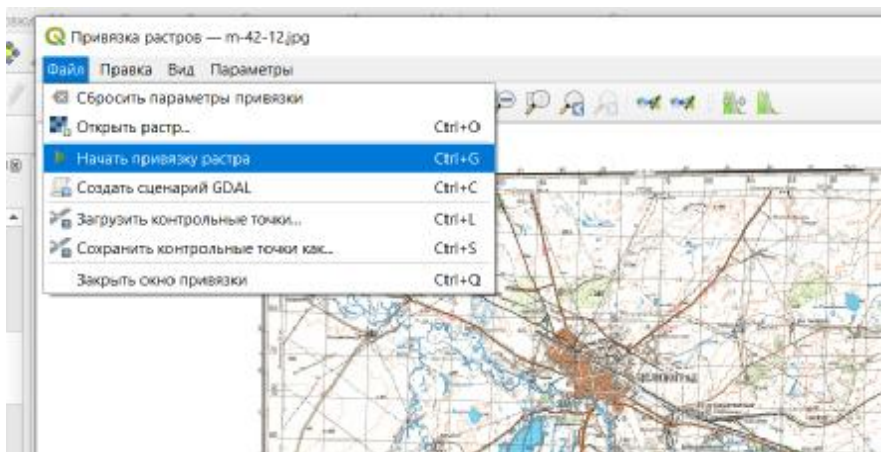
Создать отчёт в PDF

Открыть результат в QGIS

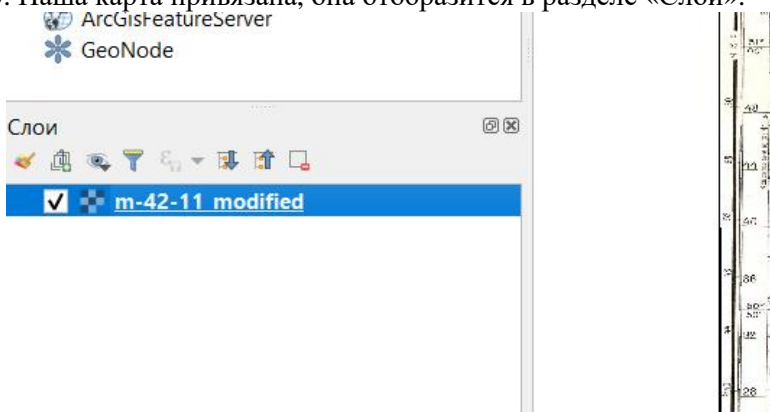
ОК Отмена Справка

| X назначения | Y назначения | dX (пиксели) | dY (пиксели) | Невя: |
|--------------|--------------|--------------|--------------|-------|
| 71           | 51.3333      | 0            | 0            |       |
| 72           | 51           | 0            | 0            |       |

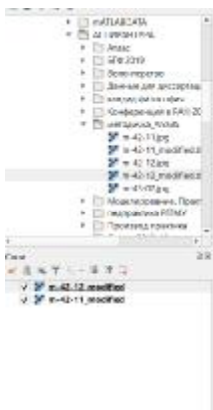
1.14. Далее нажимаем «Файл» → «Начать привязку растра»:



1.15. Наша карта привязана, она отобразится в разделе «Слой»:



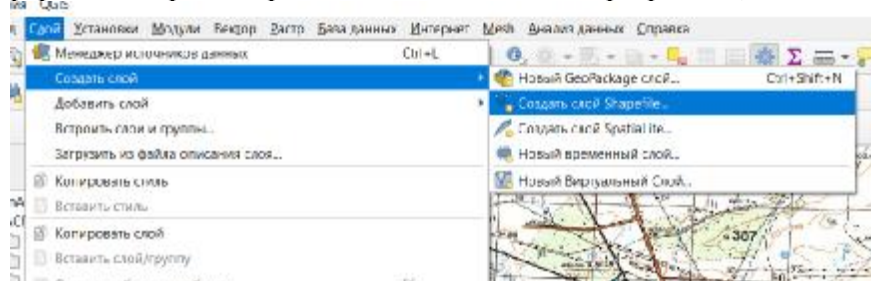
Таким образом можно привязать несколько карт, если вам нужно к примеру, их объединить (все привязанные карты сохраняются в той же папке, где располагается исходная карта):



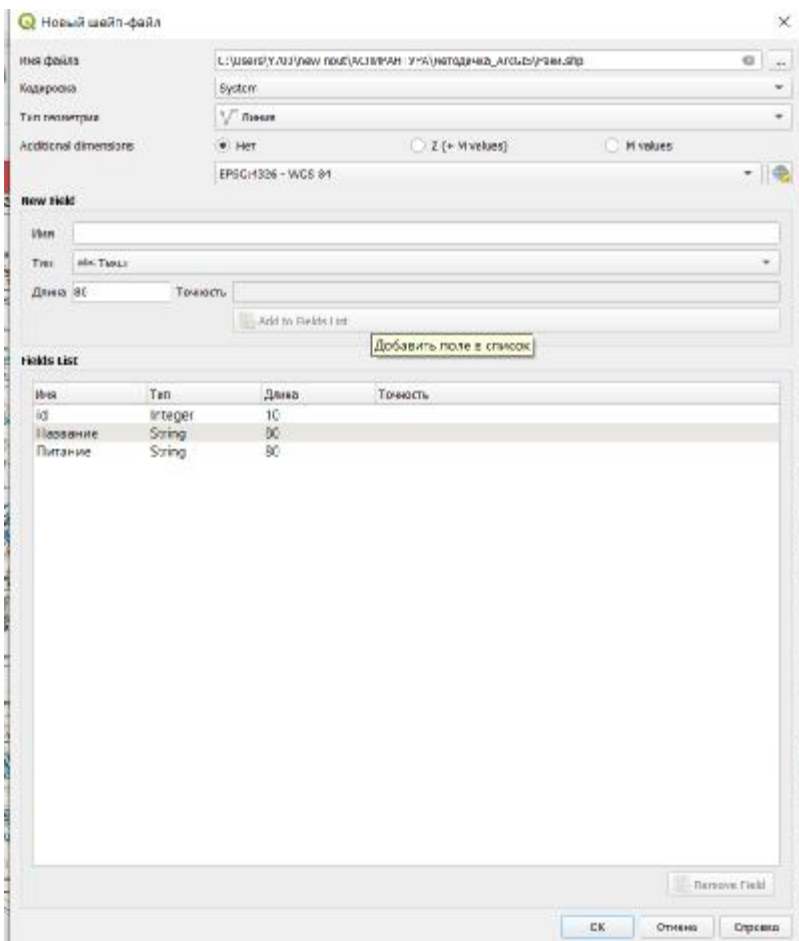
## 2. Работа со слоями. Векторизация слоя с гидрографией

2.1. Открываем привязанную ранее карту.

2.2. Создаем векторный слой: в разделе «Слой» нажимаем «Создать слой». Выбираем «Создать слой Shapefile...» (это стандартный формат, который открывается во многих ГИС-программах):



2.3. Создаем слой «Реки»:



Даем название шейп-файлу, напротив графы «Имя файла» нажимаем на кнопку с тремя точками и указываем путь, где будет находиться файл. Для рек выбираем «Тип геометрии» Линия.

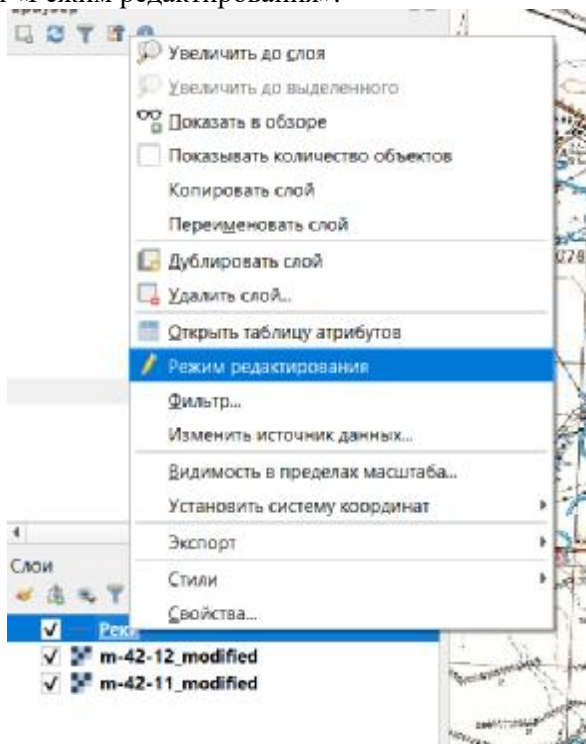
У каждого слоя есть своя информация, и эта информация отображается в списке атрибутов. Для слоя «Реки» тоже можно в списке атрибутов ввести данные с определенной информацией. Для этого нажимаем «Добавить поле в список», даем «Имя» и выбираем «Тип» для ввода информации (тип выбираем в соответствии с вводимой информацией – текст, целое число, десятичное число или дата).



Например, создали два поля: «Название реки» и «Питание», в котором будет указан тип питания реки. В *QGIS* нельзя добавить столбец с новой характеристикой после создания слоя, поэтому все необходимые поля нужно добавить на этом этапе.

После нажатия «ОК» созданный шейп-файл отобразится в разделе «Слои».

2.4. Для векторизации слоя «Реки», нажимаем ПКМ по этому слою и выбираем «Режим редактирования»:

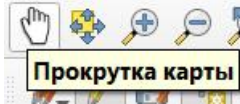


2.5. В панели управления появятся инструменты для работы с векторными данными. Векторизация линий производится с помощью инструмента «Добавить линию»:



## 2.6. Выбираем реку для векторизации.

При векторизации может возникнуть необходимость в сдвиге карты для этого, не завершая векторизацию, нажимаем на значок с ручкой «Прокрутка карты» и перемещаем карту:



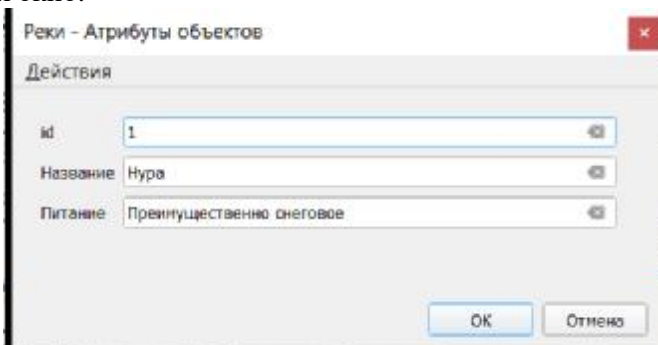
Для того чтобы продолжить линию, нажимаем опять «Добавить линию».

В случае если, нужно изменить расположение точки (точек) на векторизируемой линии, нажимаем кнопку «Инструмент работы с вершинами»:



Щелкаем ПКМ по объекту редактирования – появятся вершины с точками, которые были нанесены ранее. Для того чтобы поменять расположение точки, нажимаем по вершине ЛКМ, подводим мышь к необходимому месту и снова нажимаем ЛКМ. Точка должна переместиться.

2.7. Чтобы закончить линию нужно щелкнуть по объекту ПКМ, появится окно:



| Реки - Атрибуты объектов |                          |
|--------------------------|--------------------------|
| <b>Действия</b>          |                          |
| id                       | 1                        |
| Название                 | Нура                     |
| Питание                  | Преимущественно снеговое |
| OK Отмена                |                          |

Вводим информацию о реке и нажимаем «ОК».

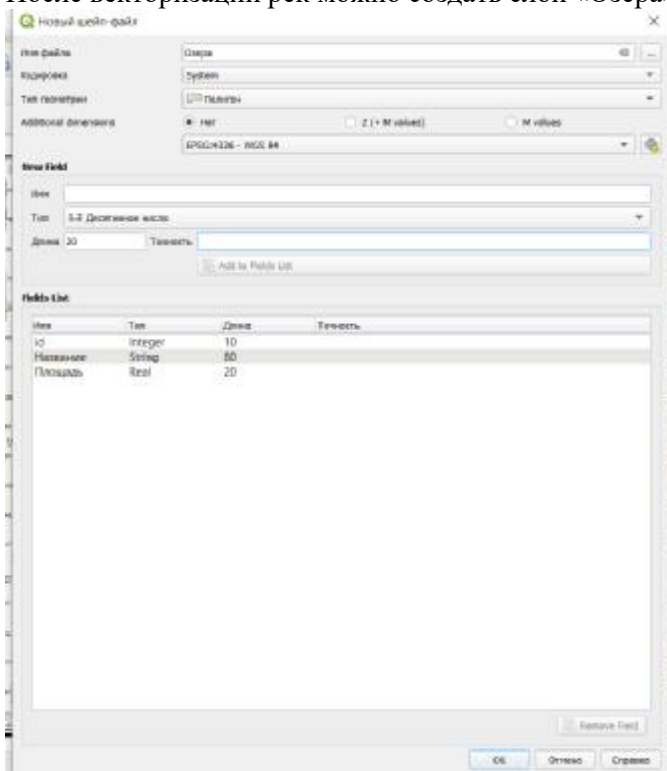
2.8. После завершения векторизации в панели управления нажимаем кнопку «Сохранить правки». Далее деактивируем «Режим редактирования», нажимаем ПКМ по слою «Реки» и выбираем «Режим редактирования». Используя этот режим, можно продолжить векторизовать другие реки.

2.9. Чтобы зайти в таблицу атрибутов, щелкаем ПКМ по слою «Реки» → «Открыть таблицу атрибутов».

Линейным типом геометрии также можно создавать другие слои на карте, такие как рельеф местности (указывая высоту в таблице атрибутов), дороги, каналы и т. д.

Для изменения цвета, толщины линий нужно щелкнуть ПКМ по слою «Реки», далее «Свойства», в разделе «Стиль» выбрать нужные параметры.

2.10. После векторизации рек можно создать слой «Озера»:



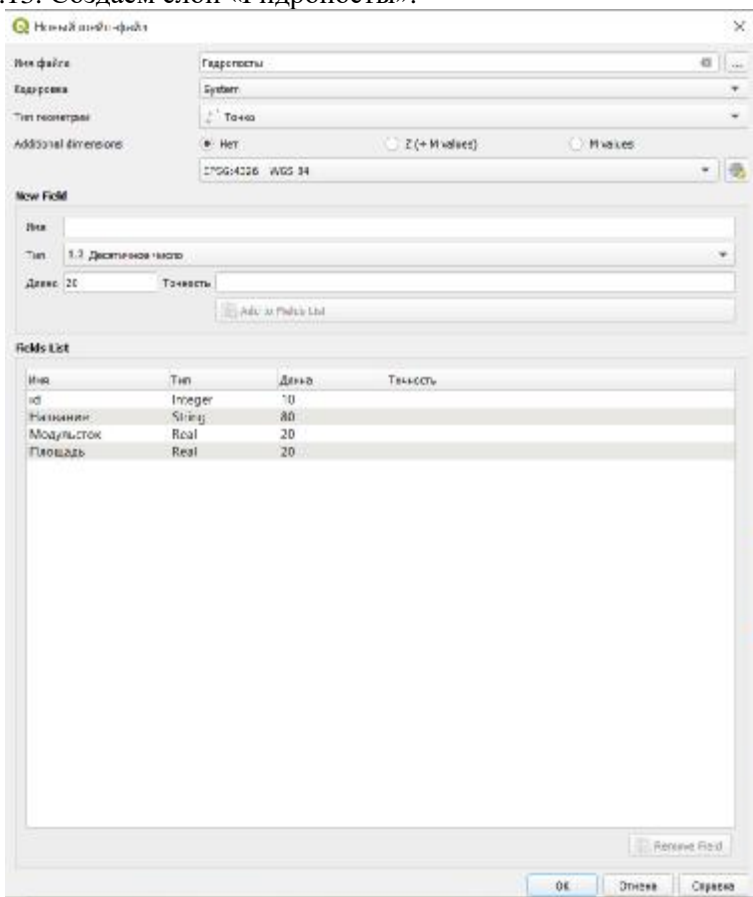
Для озера «Тип геометрии» выбираем «Полигон». Не забываем указать путь, где будет храниться новый слой.

2.11. Прорисовываем границы озера в режиме редактирования, используя кнопку «Добавить полигон»:



2.12. Завершаем редактирование ПКМ, вводим информацию в появившееся окно таблицы атрибутов. Не забываем нажать «Сохранить правки».

2.13. Создаем слой «Гидропосты»:

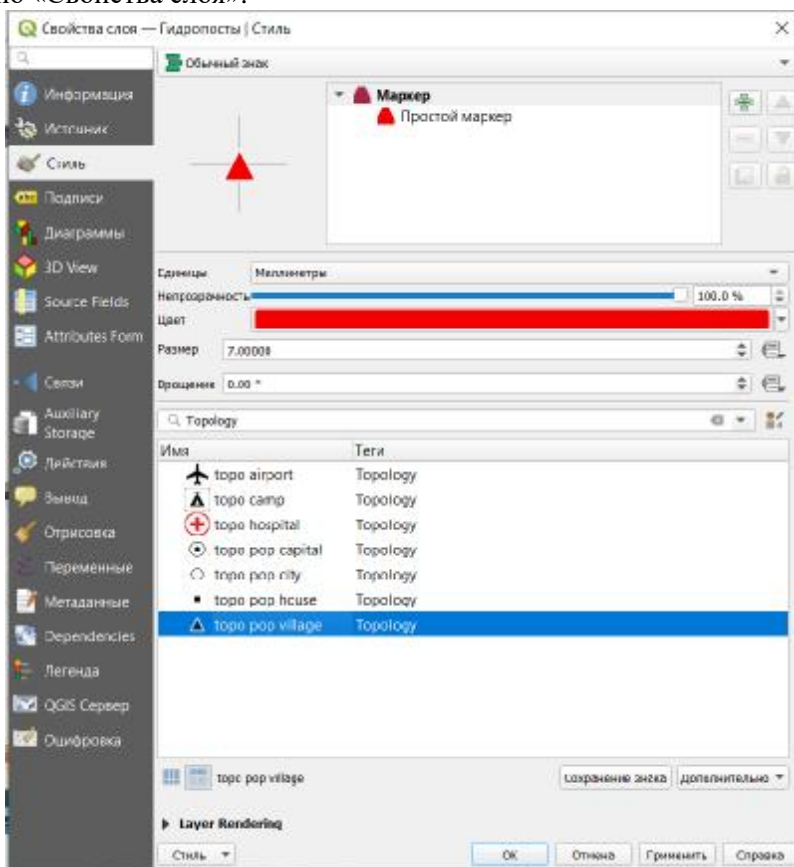


Для этого слоя «Тип геометрии» – «Точка».

2.14. Для того чтобы нанести на карту гидропосты, в режиме редактирования работаем инструментом «Добавить точечный объект»:



2.15. Чтобы сделать точку (гидропост) в виде треугольника нужно щелкнуть ПКМ по слою «Гидропосты» → «Свойства», откроется окно «Свойства слоя»:



2.16. В разделе «Стиль» в подразделе «Топология» выбираем знак треугольника, подбираем нужный цвет, размер и указываем угол расположения треугольника относительно реки.

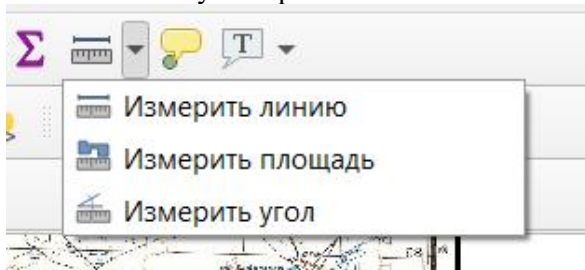
Тип геометрии Точка также служит для создания таких слоев, как населенные пункты, метеостанции и т. д.

2.17. Для того чтобы удалить точку, в режиме редактирования открываем таблицу атрибутов, выделяем строку с удаляемой точкой и нажимаем кнопку «Удалить выбранные объекты».

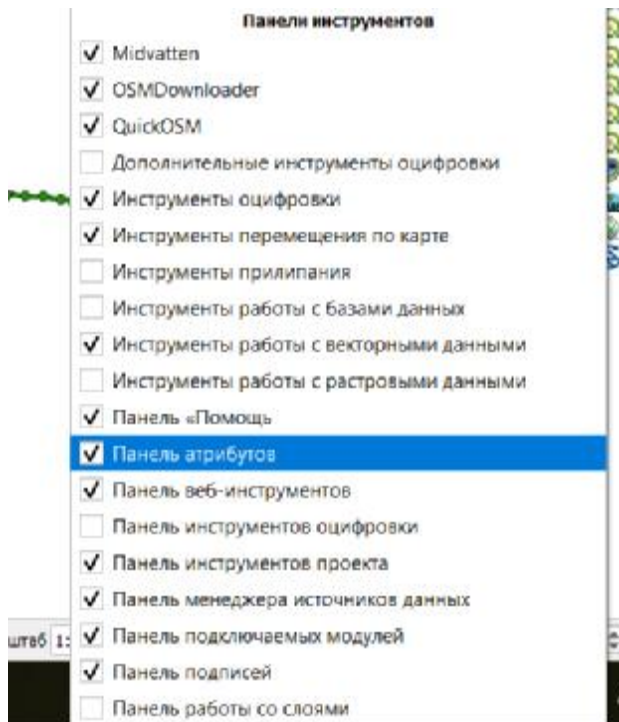
2.18. Для сохранения всей работы на карте можно сохранить файл как проект через раздел «Проект» → «Сохранить как...». Это позволит открывать сразу весь проект целиком, со всеми слоями и привязанными картами.

### 3. Измерение линий и площадей

При помощи инструментов «Измерить линию», «Измерить площадь» можно, например, измерить расстояние от устья или измерить площадь водосбора, для этого необходимо в верхней части панели инструментов найти кнопку измерения:



В случае, если нет такой кнопки, нажимаем ПКМ на панели инструментов и в появившемся окне ставим галочку напротив «Панель атрибутов»:



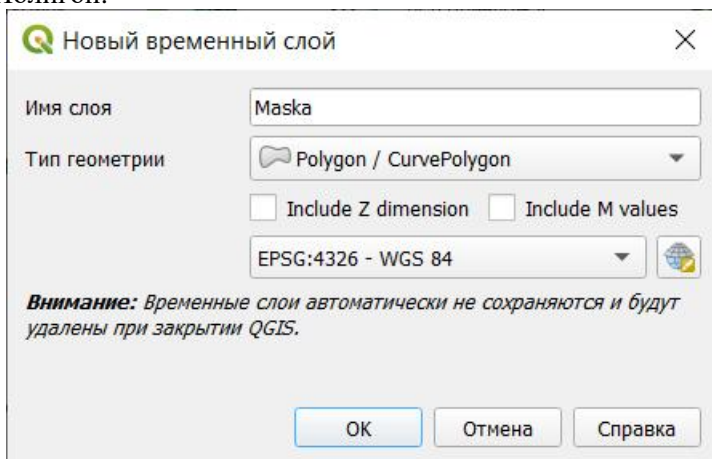
## 4. Обрезка карт

Для того чтобы убрать границы карты с координатами и другой не нужной информацией, можно воспользоваться функцией «Обрезать растр по маске».

4.1. Создаем временный слой «Маска» для очерчивания границ «Слой» → «Создать слой» → «Новый временный слой»:

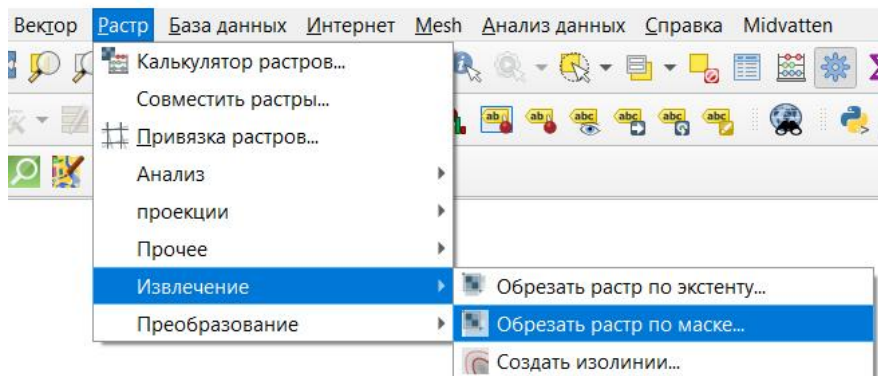


4.2. Даем имя слою, например «Маска», выбираем «Тип геометрии» Полигон:



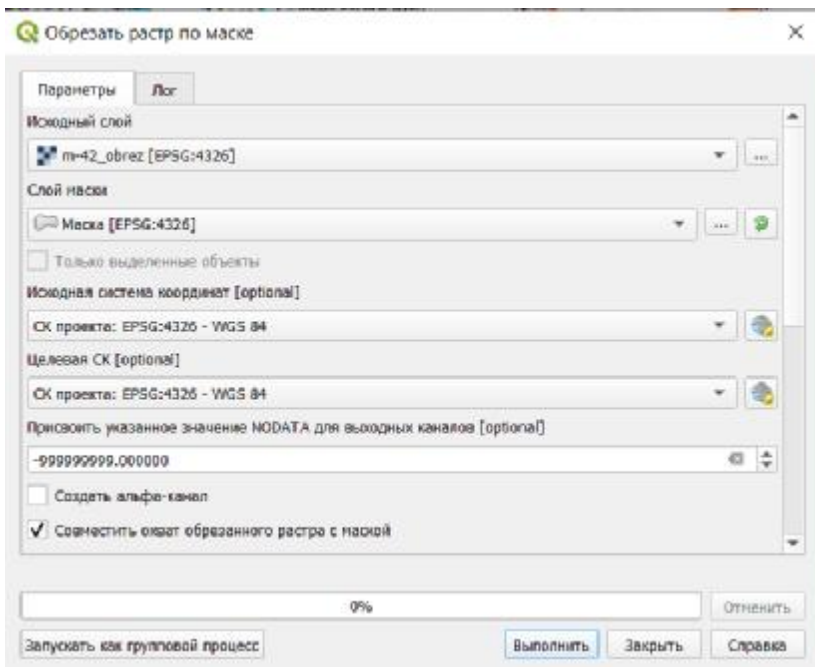
4.3. Прорисовываем границы карты в режиме редактирования, используя кнопку «Добавить полигон», завершаем редактирование щелчком ПКМ.

4.4. Открываем «Растр» → «Извлечение» → «Обрезать растр по маске»:

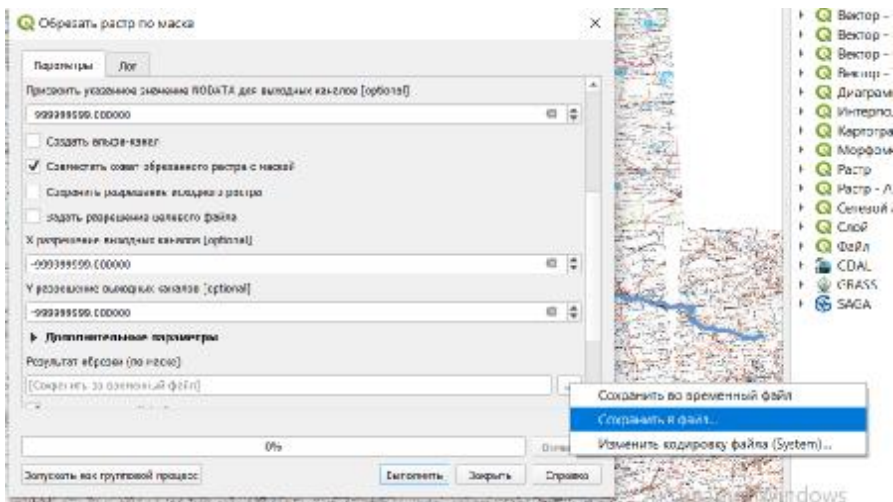


4.5. «Исходный слой» – это слой с картой, которую надо обрезать. «Слой маски» – это слой, который ранее прорисовали, в нашем случае «Маска» (систему координат выбираем WGS 84):



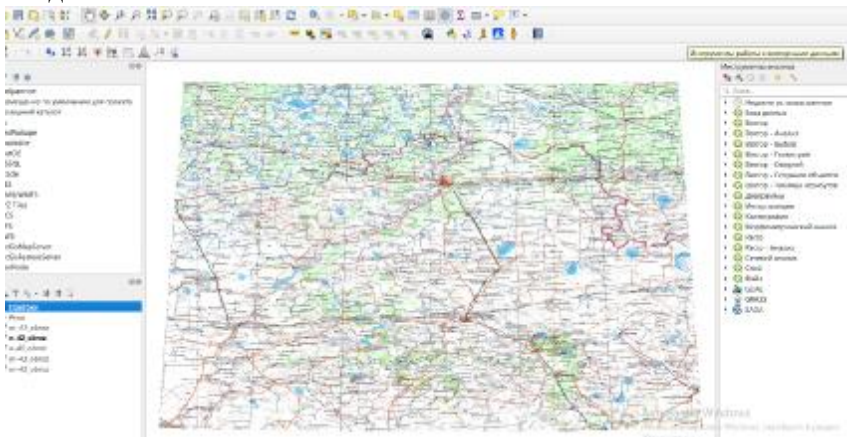


4.6. Прокручивая колесиком мышки вниз, заполняем остальные графы. В графах «Присвоить указанное значение NODATA для выходных каналов», «X разрешение выходных каналов» и «Y разрешение выходных каналов» выставляем значение «-99999999.000000», как указано на рисунке ниже:



Результат обрезки карты сохраняем в файл и нажимаем кнопку «Выполнить».

4.7. В панели «Слои» появится обрезанная карта, без координатных данных:

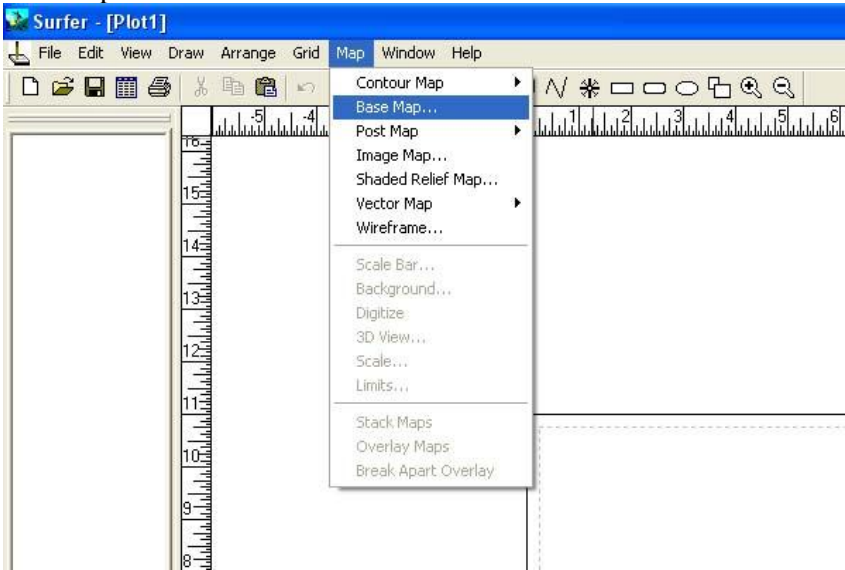


Если слой с обрезанной картой не отображается, тогда надо снять галочку с исходной карты, либо удалить ее из панели «Слои».

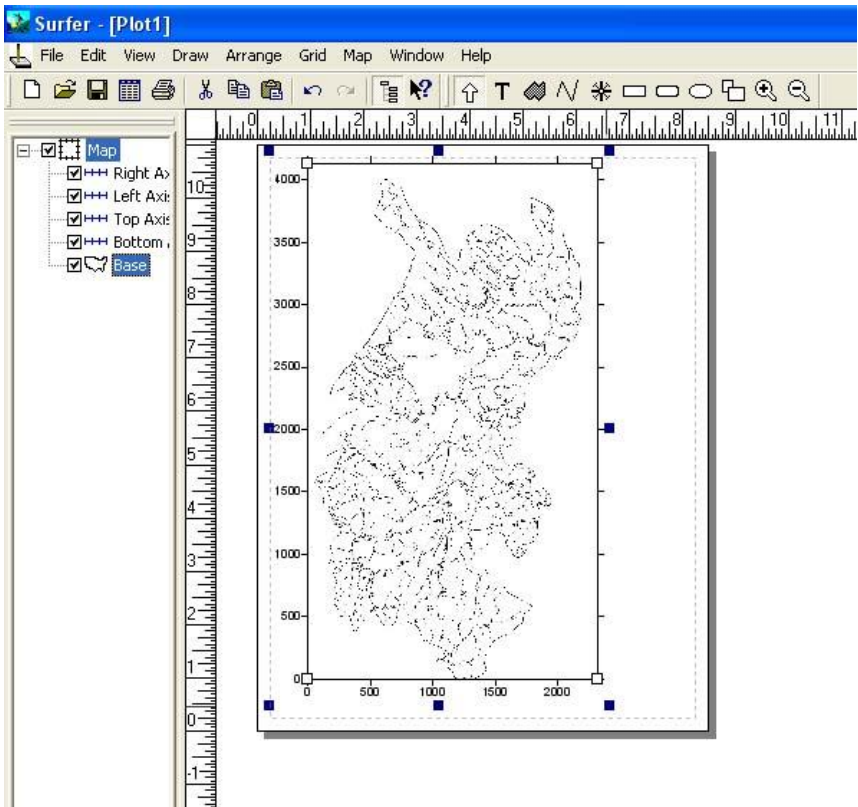
## Surfer

Приложение *Surfer* не относится к геоинформационным системам и служит для построения, в основном, картосхем. Хотя при соответствующей специальной подготовке в этом приложении можно строить и географические карты. Главным преимуществом этого приложения заключается в простоте, легкости использования и скорости построения картосхем.

1. Открываем программу *Surfer*.
2. Включаем панель слоев «Edit» → «Object manager».
3. Загружаем карту-основу, например, в формате jpeg, «Map» → «Base map...»:



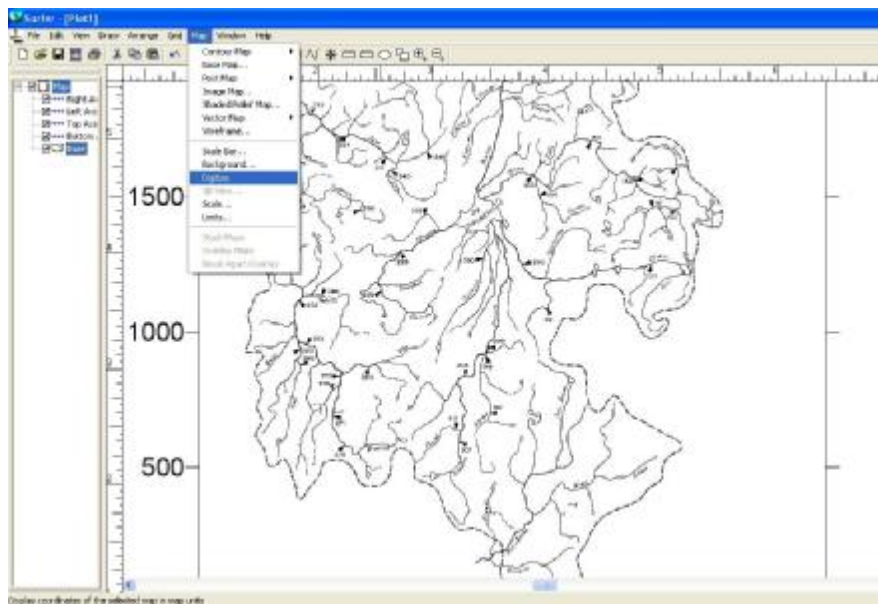
Основу увеличиваем путем растягивания за любой уголок:



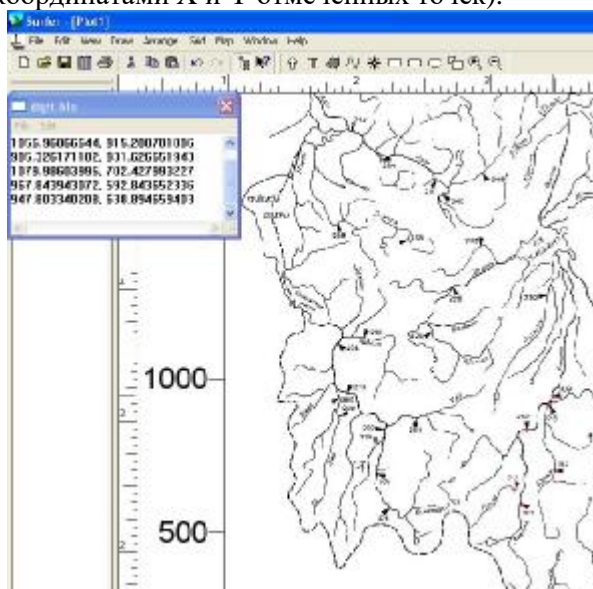
У основы появились координаты – это прямоугольные координаты, начинающиеся с левого нижнего угла.

4. Для того чтобы отметить на схеме точки (посты) надо выполнить следующие действия:

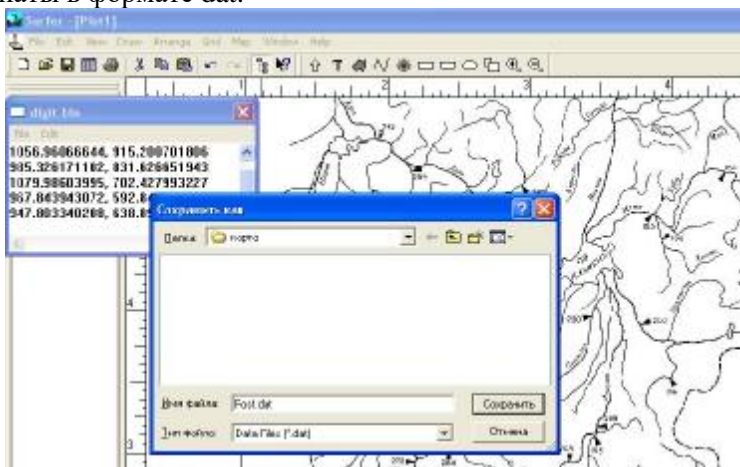
- выделяем карту щелчком мыши,
- затем «Map» → «Digitize» (появляется курсор в виде крестика):



– кнопкой мыши щелкаем по нужным точкам (открывается окно digit.bin с координатами X и Y отмеченных точек):



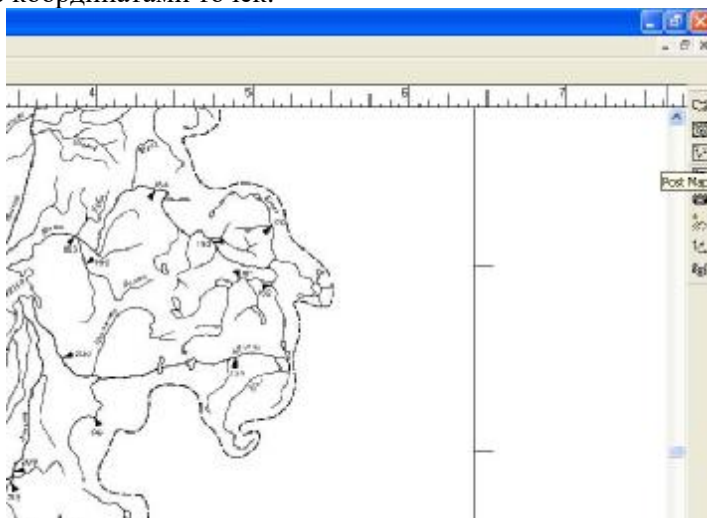
– по окончании обшелкивания точек сохраняем полученные координаты в формате dat:



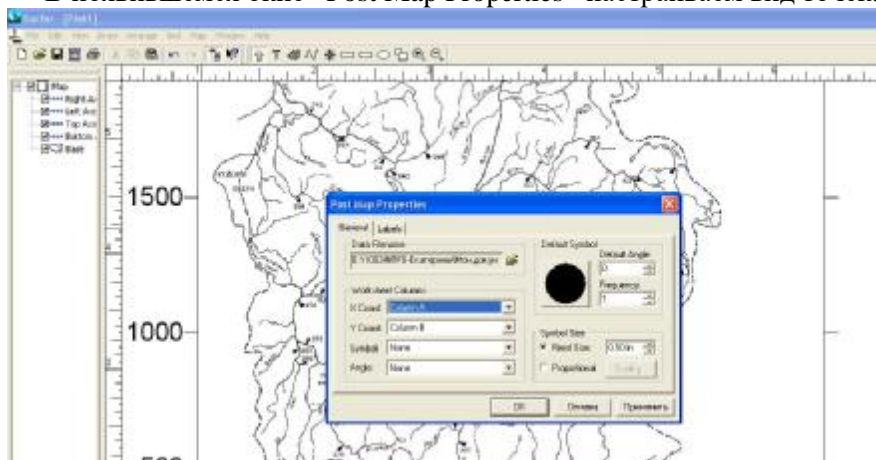
– закрываем окно и снимаем галочку в «Map» -> «Digitize».

Таким образом можно отметить любые объекты: города, центры водосборов и т.д.

5. Проверяем точность местоположения точек на схеме. Нажимаем на Панели Инструментов (справа) кнопку «Post Map» и выбираем файл с координатами точек:

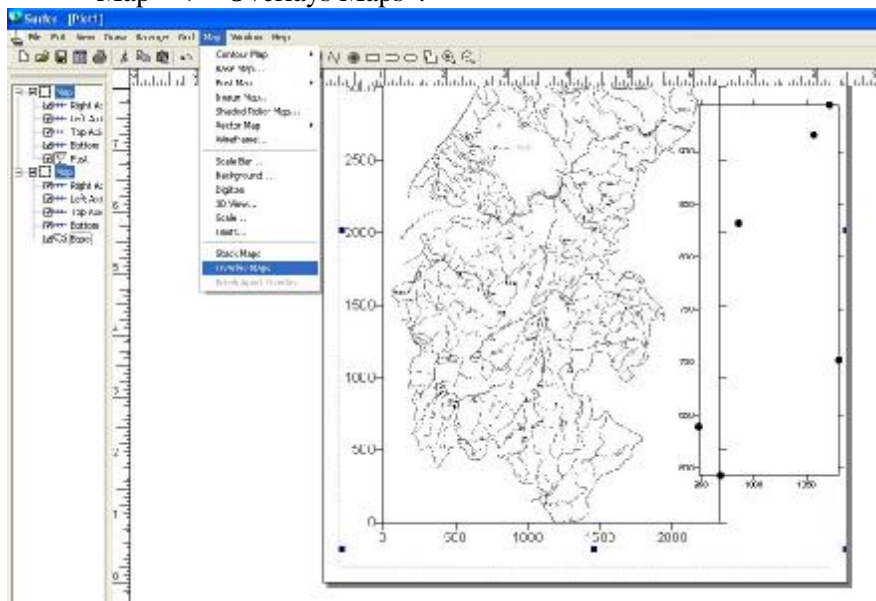


В появившемся окне «Post Map Properties» настраиваем вид точек:

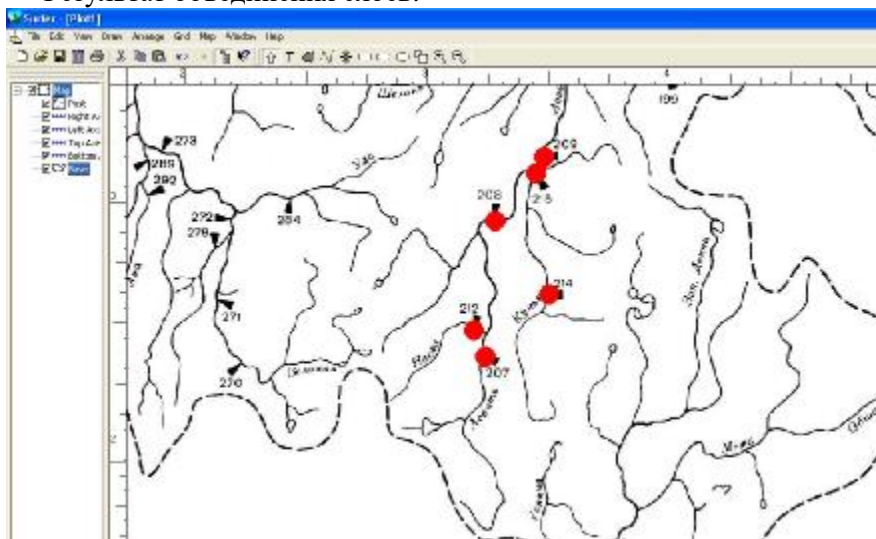


6. Объединяем слои, содержащие основу-схему и точки:

- выделяем слой с картой;
- зажимая кнопку «Shift», выделяем слой с постами;
- «Map» -> «Overlays Maps»:



Результат объединения слоев:



Не забудьте сохранить полученный файл с расширением *srf*.

7. Для построения изолиний какой-либо величины надо добавить значения этой величины в качестве Z координаты в файл с координатами X и Y для точек. Открываем файл с координатами X и Y (это столбцы A и B) для точек:

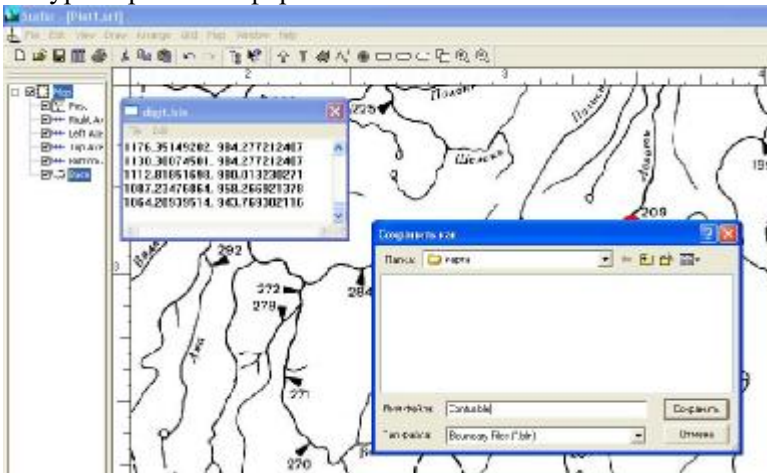
| File Edit Format Data Window Help |               |           |   |   |
|-----------------------------------|---------------|-----------|---|---|
| A1                                |               |           |   |   |
|                                   | A             | B         | C | D |
|                                   | 1071.45812384 |           |   |   |
| 1                                 | 1071.4581     | 944.19578 |   |   |
| 2                                 | 1056.9607     | 915.20070 |   |   |
| 3                                 | 985.32617     | 831.62665 |   |   |
| 4                                 | 1079.9860     | 702.42799 |   |   |
| 5                                 | 967.84394     | 592.84365 |   |   |
| 6                                 | 947.80334     | 638.89466 |   |   |
| 7                                 |               |           |   |   |
| 8                                 |               |           |   |   |

8. Заполняем третий столбец величинами, которые будем картографировать (обязательно надо соблюдать порядок заполнения, чтобы величины соответствовали своим координатам). При сохранении выбираем формат чисел «Comma» (с запятой):





Контур сохраняем в формате bln:



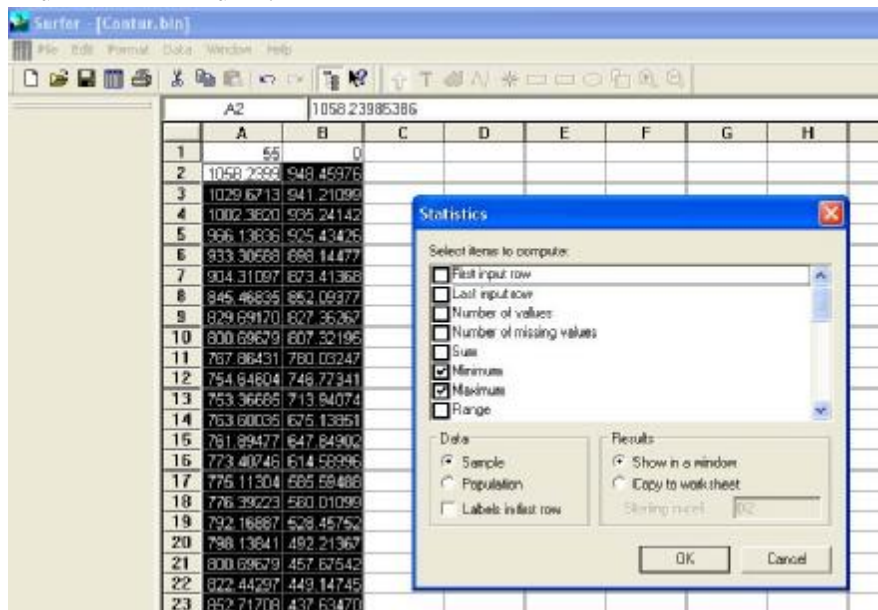
10. Контур надо замкнуть. Для этого открываем blm-файл:

- в первой строке показано число точек, которое для замыкания контура увеличиваем на единицу, и в столбце В цифра 1 или 0 (1 – изолинии будут строиться за пределами контура, 0 – изолинии будут строиться внутри контура);
- копируем вторую строчку с первыми координатами и вставляем ее же в конец, чтобы замкнуть контур:

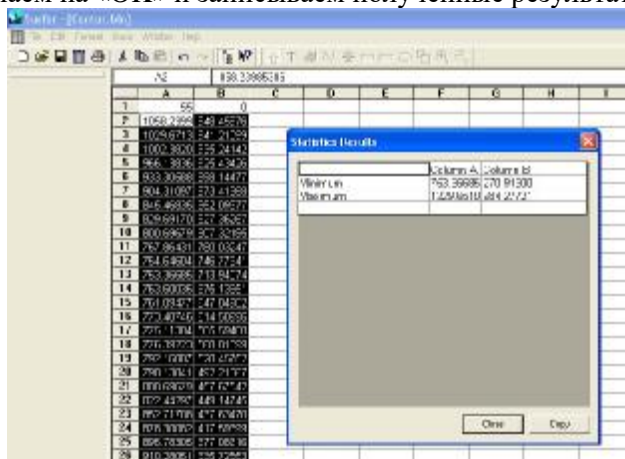
The image shows a spreadsheet window titled 'Surfer - [Contour.blm]'. The spreadsheet has columns labeled B1, B, C, and D. The data is as follows:

|    | B1        | B         | C | D |
|----|-----------|-----------|---|---|
| 1  | 55        |           |   |   |
| 2  | 1058.2399 | 948.45976 |   |   |
| 3  | 1029.6713 | 941.21099 |   |   |
| 4  | 1002.3820 | 936.24142 |   |   |
| 5  | 966.13836 | 926.43426 |   |   |
| 6  | 933.30988 | 898.14477 |   |   |
| 7  | 904.31097 | 873.41368 |   |   |
| 8  | 845.46835 | 852.09377 |   |   |
| 9  | 829.89170 | 827.36267 |   |   |
| 10 | 800.89879 | 807.32196 |   |   |
| 11 | 767.86431 | 760.03247 |   |   |
| 12 | 754.64604 | 746.77341 |   |   |
| 13 | 753.36665 | 713.94074 |   |   |
| 14 | 763.60035 | 675.13851 |   |   |

11. Для применения возможностей экстраполяции при построении изолиний следует сделать следующие действия. Выделяем координаты X и Y, далее «Data» -> «Statistics...» -> ставим галочки на «Maximum» и «Minimum»:



Нажимаем на «OK» и записываем полученные результаты:



Минимальное значение округляем в меньшую сторону, максимальное значение округляем в большую сторону, например, при исходной таблице:

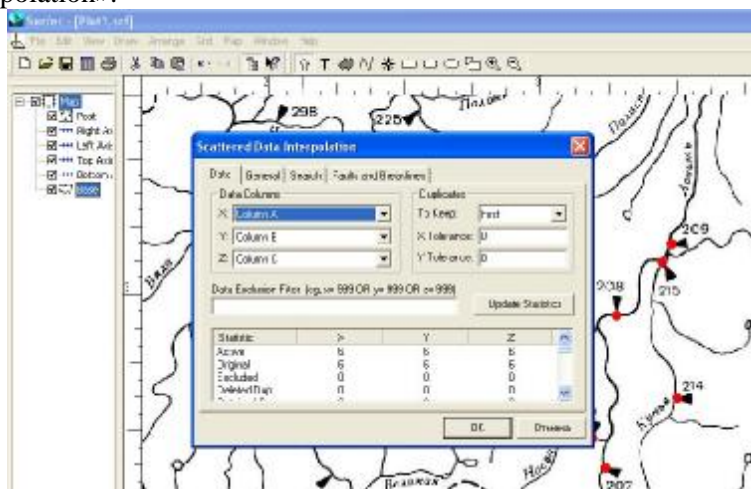
|         | Column A  | Column B  |
|---------|-----------|-----------|
| Minimum | 753.36685 | 270.91300 |
| Maximum | 1229.6510 | 984.27721 |

округленные значения будут:

|         | Column A | Column B |
|---------|----------|----------|
| Minimum | 753      | 270      |
| Maximum | 1230     | 985      |

Сохраняем bln-файл.

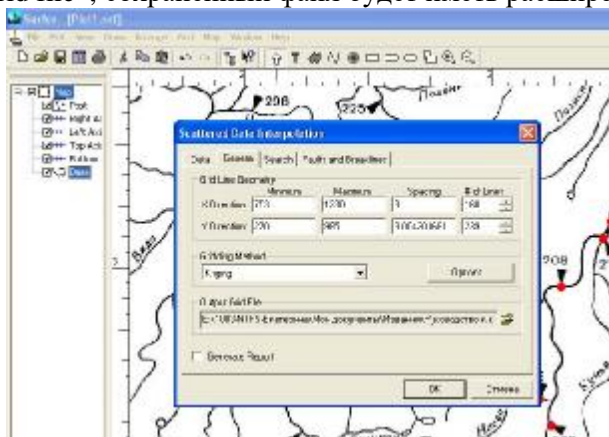
12. Начинаем строить изолинии в пределах нашего контура. На панели меню находим «Grid» -> «Data...» -> «Open File», выбираем файл с данными и нажимаем «ОК», появится окно «Scattered Data Interpolation»:



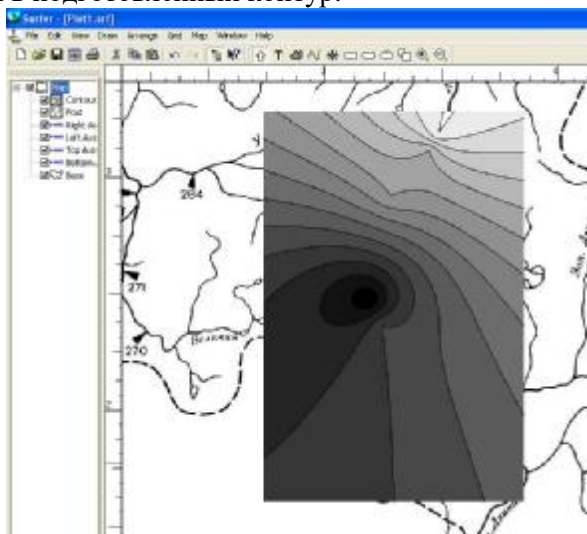
Проходимся по всем вкладкам и меняем настройки:

- проверяем, что координата Z – это колонка C;
- «Gridding Method» – Kriging (метод интерполяции, можно выбрать, какой нужен для определенных целей);
- «Spacing» (шаг интерполяции) – 3;

- вставляем наши минимальные и максимальные значения по X и по Y;
- галочку с «Generate Report» можно снять;
- указываем место на диске для сохранения файла интерполяции «Output Grid file», сохраненный файл будет иметь расширение grd:

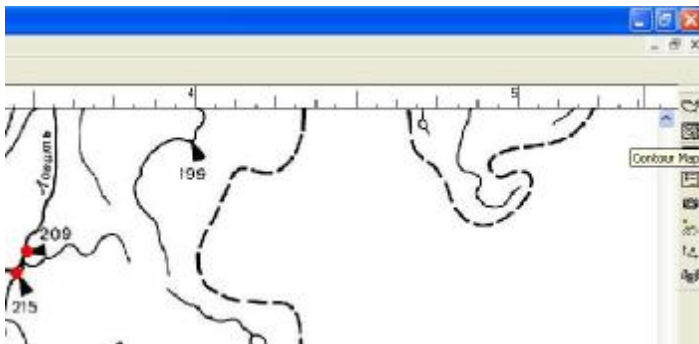


13. В предыдущем пункте был построен файл интерполяции, но слой с изолиниями имеет прямоугольную форму, так как изолинии не вписаны в подготовленный контур:

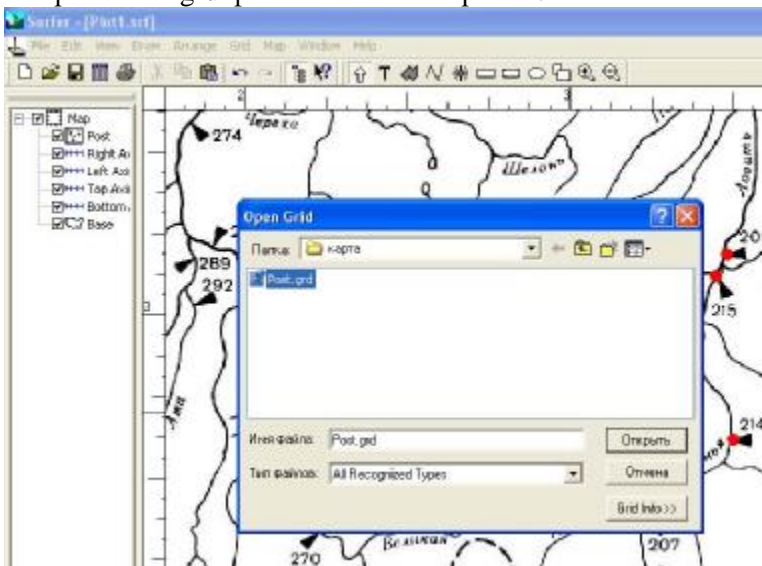


Для построения изолиний в границах контура выбираем на панели меню «Grid» -> «Blank...» -> выбираем созданный grd-файл, нажимаем «Открыть» и выбираем bln-файл – контур, сохраняем новый grd-файл или заменяем существующий.

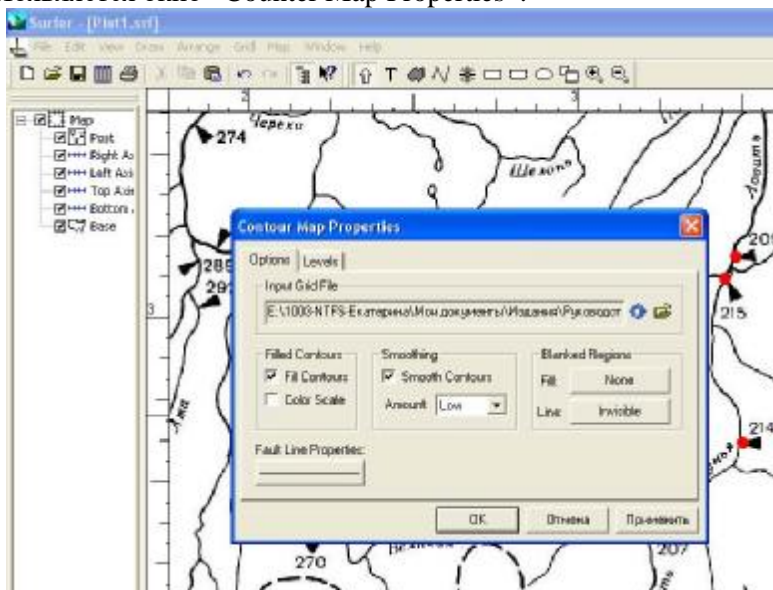
14. На правой панели инструментов находим кнопку «Countur Map»:



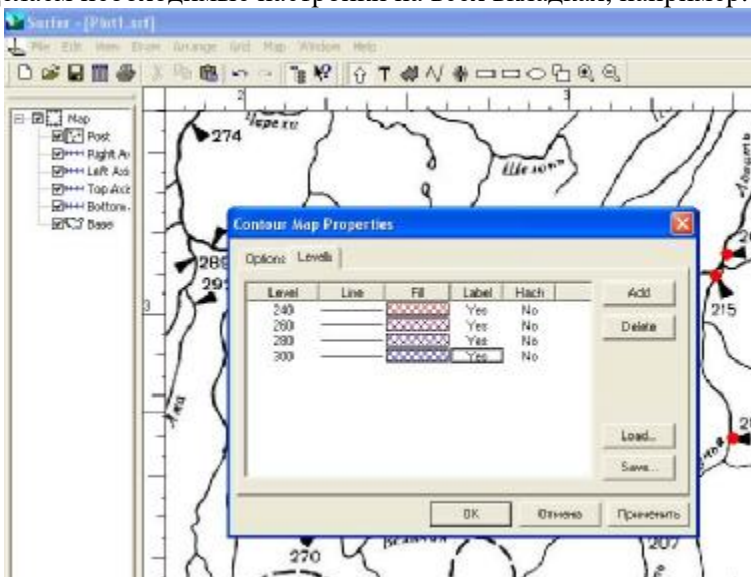
Выбираем наш grd-файл и жмем «Открыть»:



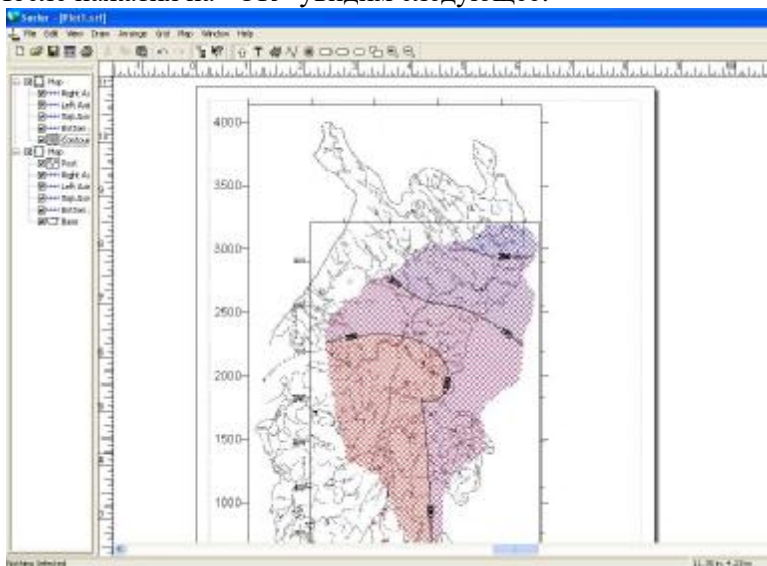
Появляется окно «Counter Map Properties»:



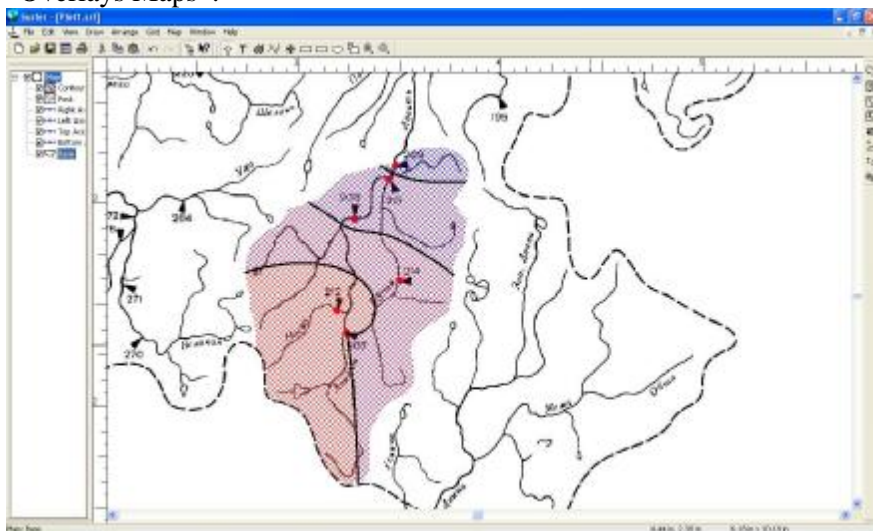
Делаем необходимые настройки на всех вкладках, например:



После нажатия на «ОК» увидим следующее:

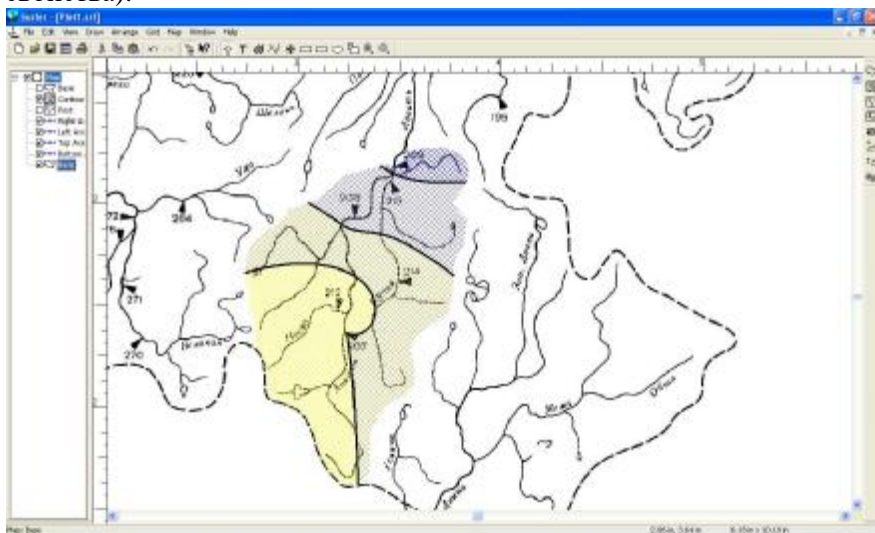


Полученный слой объединяем со схемой: выделяем слой с картой, зажимая кнопку «Shift», выделяем слой с изолиниями, «Map» → «Overlays Maps»:





Можно настроить/перенастроить вид картосхемы с помощью панели «Object Manager» слева (двойной щелчок по слою выводит его свойства):



## Содержание

|                                     |    |
|-------------------------------------|----|
| Введение.....                       | 3  |
| <i>ArcGIS (первый способ)</i> ..... | 4  |
| <i>ArcGIS (второй способ)</i> ..... | 48 |
| <i>QGIS</i> .....                   | 71 |
| <i>Surfer</i> .....                 | 91 |



*Учебное издание*

Николай Алексеевич Решин  
Азамат Ергалиевич Баймаганбетов  
Екатерина Владимировна Гайдукова

Руководство по созданию географических карт  
в помощь при выполнении ВКР

Учебно-методическое пособие

*Печатается в авторской редакции*

---

Подписано в печать 07.09.2020. Формат 60×90 1/16. Гарнитура Times New Roman.  
Печать цифровая. Усл. печ. л. 6,75. Тираж 30 экз. Заказ № 967.  
РГГМУ, 192007, Санкт-Петербург, Воронежская ул., 79.

---