



ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №8 КОМПЛЕКСНЫЙ МОРФОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЦМР С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ГИС ArcGIS И ЕГО АВТОМАТИЗАЦИЯ

Цель работы: 1) ознакомиться с функциональными возможностями набора инструментов Spatial Analyst и освоить методику выполнения морфометрического анализа территории с использованием цифровой модели рельефа в среде ГИС ArcGIS; 2) ознакомиться с функциональными возможностями модуля Model Builder и освоить методику создания геоинформационных моделей.

Задание работы:

1) освоить методику перепроецирования растровых изображений и вырезания растра по маске;

2) используя цифровую модель рельефа (ЦМР) территории Горецкого района, создать изолинии, выполнить их генерализацию и настроить подписи значений высоты;

4) используя ЦМР территории Горецкого района, определить уклон и кривизну территории, а также экспозицию склонов;

5) построить геоинформационную модель для извлечения системы водотоков из растра ЦМР и расчета степени горизонтального расчленения рельефа.

Исходные данные для выполнения работы: цифровая модель рельефа, полученная с ресурса SRTM Tile Grabber в виде растрового файла, в котором значение пиксела соответствует высоте над уровнем моря в данной точке.

С точки зрения геоинформационных систем под **цифровой моделью рельефа** (ЦМР) (Digital Elevation Model – DEM) – понимают цифровое представление топографической поверхности в виде растра или регулярной сети ячеек заданного размера.

ЦМР является собой цифровое представление 3-мерных пространственных объектов (непрерывных поверхностей, рельефов) в виде трехмерных данных с координатами X, Y, Z, расположенных:

- в узлах регулярной сетки с образованием матрицы высот (растровая модель);
- в узлах нерегулярной треугольной сети (TIN-модель).

Данные SRTM (Shuttle Radar Topographic Mission) – это результаты радиолокационных космических съемок радаром с синтезированной апертурой, выполненных в рамках международной миссии по получению данных цифровой модели рельефа (ЦМР) территории Земли.

Радиолокационная съемка местности проводилась в феврале 2000 г. с борта космического корабля многоцелевого использования «Шаттл» с помощью радарной интерферометрической камеры и двух радиолокационных сенсоров SIR-C и X-SAR, установленных на борту корабля. В ходе этих работ было отснято около 12 терабайт радиолокационных данных, после обработки которых получили матрицу высот, захватывающую территорию суши от 60°с. ш. до 54°ю. ш. и некоторые участки моря.

Данные SRTM существуют в 4-х версиях: версия 1, 2003 г.; версия 2, февраль 2005 г.; версия 3 и версия 4 – окончательная. Они распространяются в нескольких вариантах – сетка с размером ячейки 1 x 1 угловая секунда и 3 x 3 угловые секунды. Данные SRTM с размером ячейки 1 x 1 угловых секунды (то есть с пространственным разрешением 30 м) являются более точными, но доступны лишь на территорию США. На остальную поверхность Земли общедоступными являются данные SRTM с размером ячейки 3 x 3 угловых секунды (то есть с пространственным разрешением 90 м) и заявленной точностью не ниже 16 м.

Матрица SRTM имеет ошибку, которая в среднем составляет для равнинной территории 2,9 м, для холмистой местности – 5,4 м, значительная часть этих данных включает систематическую ошибку.

Матрица SRTM подходит для создания контурных линий горизонталей на топографических картах масштаба 1:50 000 и мельче, а также может использоваться при создании ортофотопланов на основе космических снимков высокого разрешения (SPOT 5, Ikonos, QuickBird), снятых с незначительным углом отклонения от надира (до 30°).

Цифровые модели рельефа используют для:

- расчета «элементарных» морфометрических показателей: углов наклона (уклонов) и экспозиций склонов;
- оценки формы склонов через кривизну их поперечного и продольного сечений;
- генерации сети тальвегов и водоразделов (сепаратрисс) и других особых точек и линий рельефа, нарушающих его «гладкость»;
- подсчета положительных и отрицательных объемов относительно заданного горизонтального уровня в пределах границ участка;
- построения профилей поперечного сечения рельефа по направлению прямой или ломаной линии;
- трехмерной визуализации рельефа, в том числе виртуально-реальностных, например, путем драпировки поверхности рельефа цифровыми космо- или аэрофотоизображениями;
- оценки зон видимости или невидимости с заданной точки (точек) обзора (анализ видимости/невидимости);
- построения изолиний по множеству отметок высот (например, генерация горизонталей);
- интерполяции значений высот, других трансформаций исходной модели (например, осреднение, сглаживание, генерация, фильтрация).

Выполнение работы:

1. Комплексный морфометрический анализ. Создать новый проект и изменить систему координат фрейма данных на Pulkovo 1942 Gauss-Kruger зона 6. Загрузить исходный растровый слой с ЦМР части территории Витебской и Могилевской области, полученный с ресурса Tile Grabber, в панель слоев. Выбрать свойства слоя (клик правой кнопкой мыши на названии слоя) и пересохранить растр в свою рабочую папку (**при пересохранении в диалоговом окне выбрать опцию «система координат фрейма данных», а не «исходного слоя»**). После пересохранения и автоматического добавления растра в панель слоев загрузить векторный слой gajony, содержащий сведения о границах административных районов Республики Беларусь.

Создать маску для Горецкого района, по которой будет производиться обрезка растра (используется опция **Выбрать по атрибутам**), выбрать район, прописав соответствующий запрос и пересохранить выделенный слой в свою рабочую папку (**при пересохранении в диалоговом окне выбрать опцию «система координат фрейма данных», а не «исходного слоя»**).

Для вырезания растра по маске используются функциональные возможности набора инструментов **Spatial Analyst** и выбирается путь: **Извлечение – Извлечение по маске**. В появившемся диалоговом окне задаются следующие настройки: в поле **Входной растр** – название исходного растрового слоя (пересохраненного в рабочую папку); в поле **Входные векторные или растровые данные маски** – название слоя-маски, в поле **Выходной растр** – путь к своей рабочей папке и название создаваемого слоя (рис. 1).

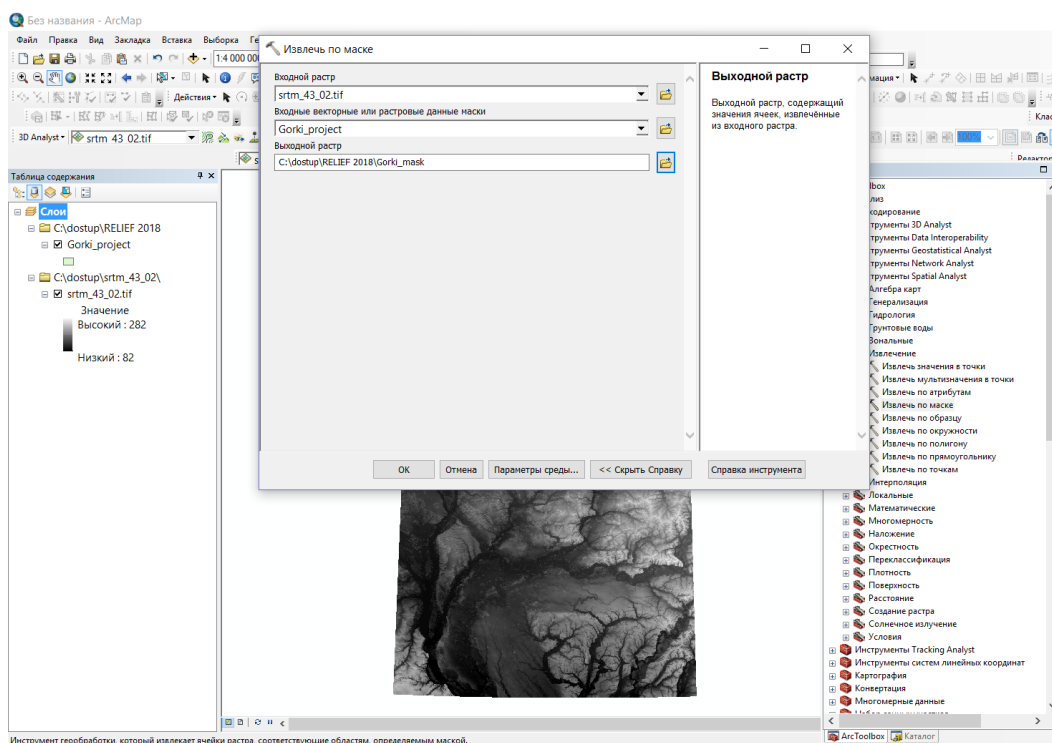


Рис. 1. Диалоговое окно настроек опции вырезания по маске

В результате выполненных действий будет получено изображение следующего вида (рис. 2).

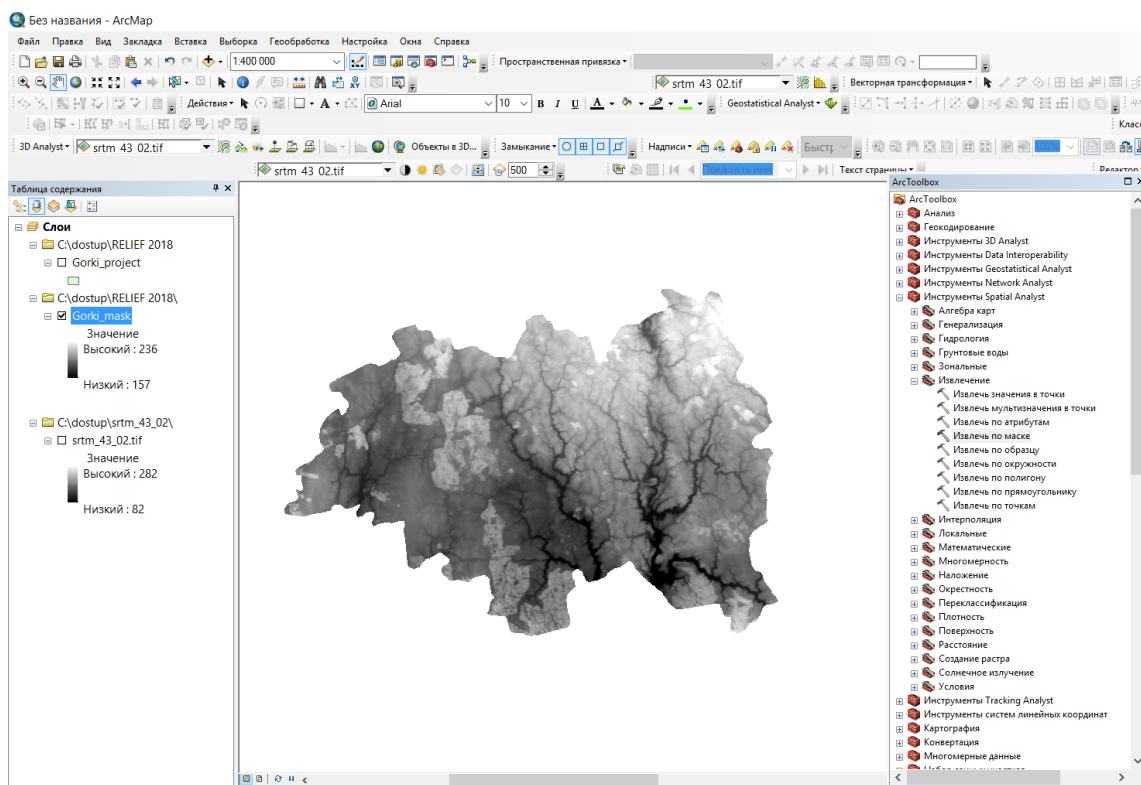


Рис. 2. Результаты применения опции вырезания по маске

В пределах раstra всегда имеются локальные пики или понижения, которые возникают из-за не слишком большого разрешения данных или округления высот до ближайшего целого значения. Перед проведением морфометрического анализа все локальные понижения должны быть заполнены для обеспечения более корректного выделения бассейнов и водотоков. Если локальные понижения не заполнены, расположенная в пределах ЦМР гидрологическая сеть может иметь разрывы. Поскольку на используемой цифровой модели рельефа территории Горещкого района имеются водотоки и понижения, необходимо применить инструмент **Заполнение** для заполнения локальных понижений в растре поверхности для удаления всех небольших ошибок и неточностей, присущих данным.

Для корректирования ЦМР используются функциональные возможности набора инструментов **Spatial Analyst** и выбирается путь: **Гидрология – Заполнение**. В появившемся диалоговом окне в поле **Входная растровая поверхность** вводится название слоя, созданного по результатам вырезания по маске, в поле **Выходная растровая поверхность** задается путь к своей рабочей папке и название создаваемого слоя, поле с **Z-значением** оставляется пустым (рис. 3).

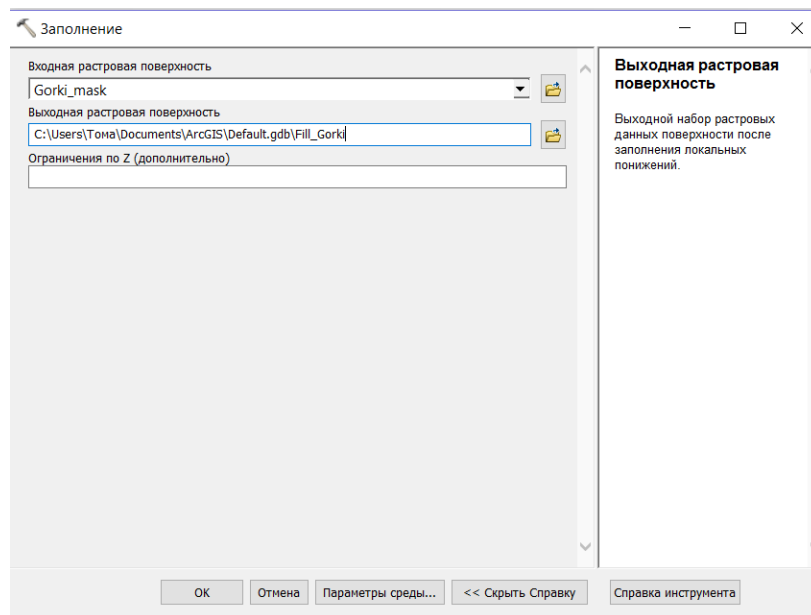


Рис. 3. Диалоговое окно настроек опции «Заполнение»

В результате выполненных действий будет получено изображение следующего вида (рис. 4).

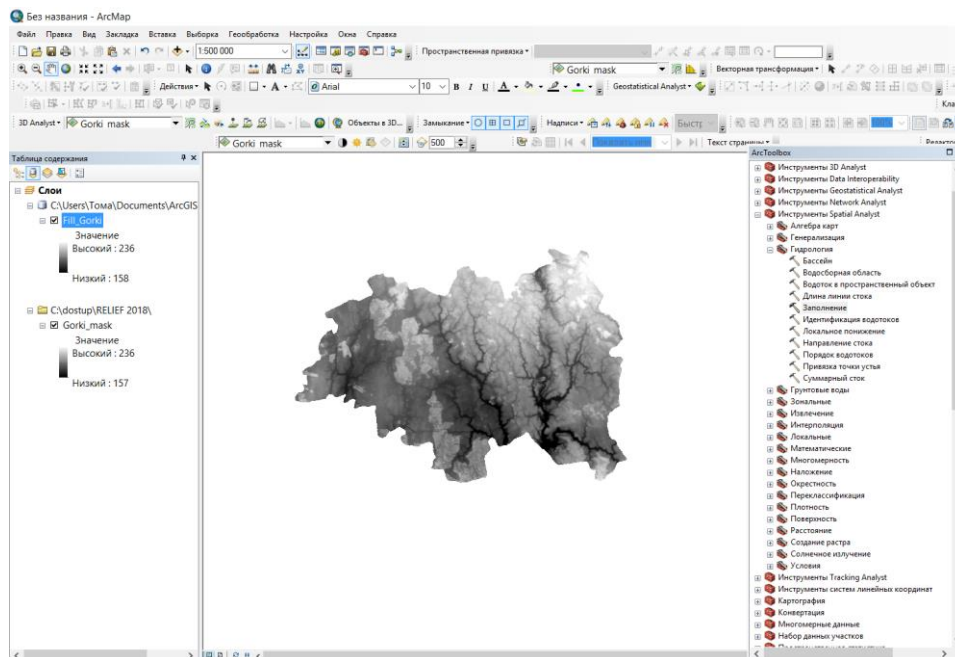


Рис. 4. Результаты применения опции «Заполнение»

Изолинии – это линии, которые соединяют местоположения с равным значением в наборе растровых данных, который представляет непрерывное явление, например, рельеф. Распределение линий изолинии показывает, как значения меняются по поверхности. Там, где значение меняется не сильно,

линии расположены дальше друг от друга, а там, где значения возрастают или убывают быстро, линии расположены ближе друг к другу.

Инструменты создания изолиний: **Изолиния** (Contour), **Изолинии по значениям** (Contour List) и **Изолинии с барьерами** (Contour with Barriers), используются для создания набора полилинейных объектов из входного растра. Следуя за полилинией определённой изолинии, можно определить, какие местоположения имеют одно значение высоты. Изолинии также являются полезным представлением поверхности, поскольку они позволяют одновременно визуализировать плоские и крутые области (расстояние между изолиниями), а также хребты и равнины (сходящиеся и расходящиеся полилинии).

Для извлечения изолиний используются функциональные возможности набора инструментов **Spatial Analyst** и выбирается путь: **Поверхность – Изолинии**. В появившемся диалоговом окне в поле **Входной растр** вводится название слоя, созданного по результатам заполнения; в поле **Выходные линейные объекты** задается путь к своей рабочей папке и название создаваемого слоя; в поле **Высота сечения** ставится 10; в поле с **Z-значением** ставится 1 (рис. 5).

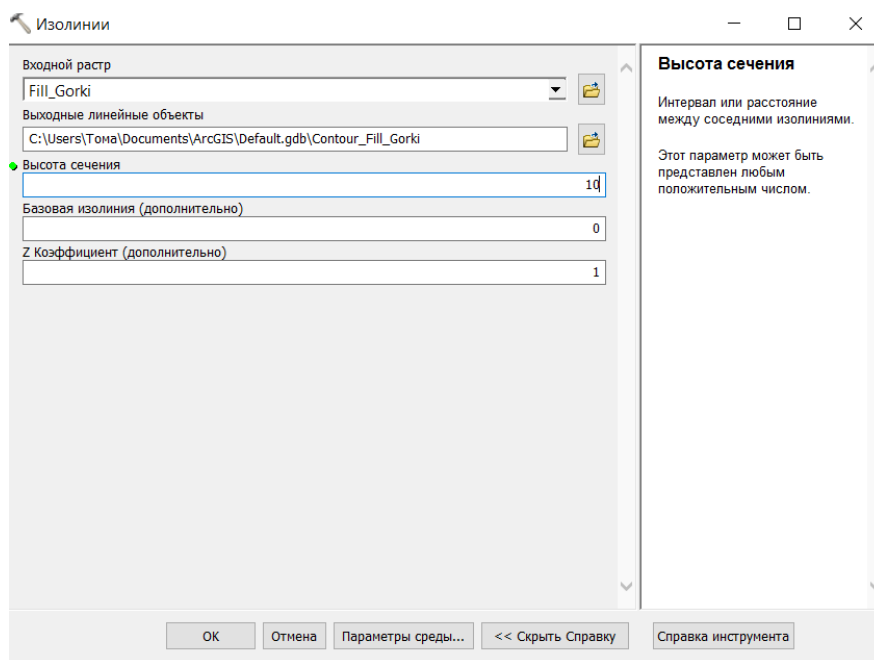


Рис. 5 Диалоговое окно настроек опции «Изолинии»

Базовая изолиния используется в том случае, если необходимо построить горизонтали через каждые n метров, начиная от высоты m метров. Высота сечения может произвольно задаваться пользователем.

В результате выполненных действий и правильного задания настроек опции извлечения изолиний будет получено изображение следующего вида (рис. 6).

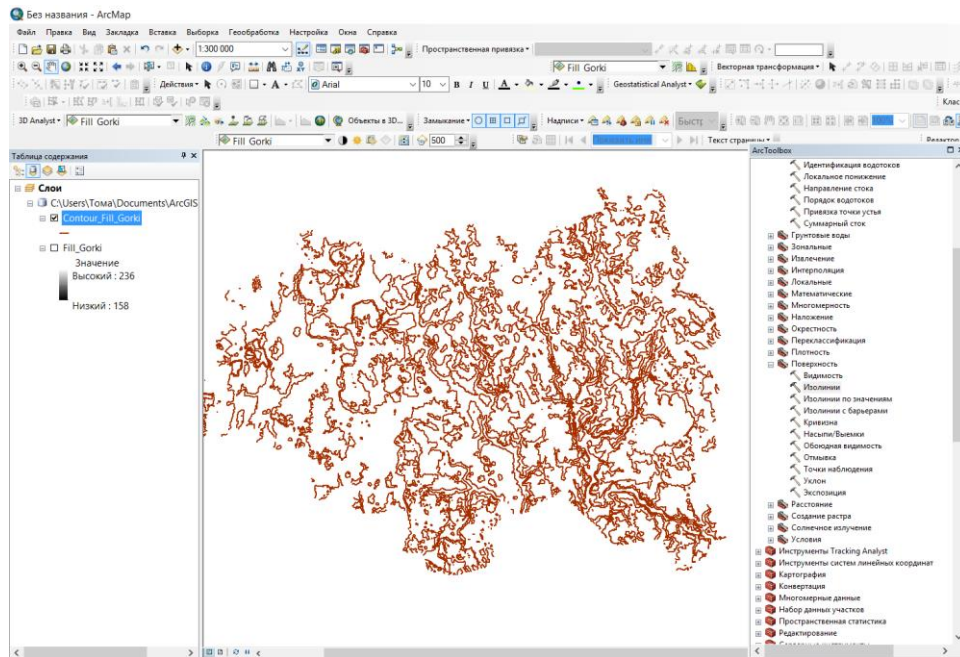


Рис. 6. Результаты извлечения изолиний

Для сглаживания изолиний следует воспользоваться функциональными возможностями набора инструментов **Картография** и выбрать путь: **Генерализация – Сгладить линию**. В появившемся диалоговом окне следует задать входной (векторный слой с изолиниями) и выходной (путь к рабочей папке с названием слоя) слой, а также допуск сглаживания, который составляет 100 м. Используя вкладки **Надписи** и **Символы** свойств векторного слоя со сглаженными изолиниями, необходимо настроить их отображение и подписать высоты, разместив надписи в центре линий с разрывами и гало вокруг значений высоты (рис. 7).

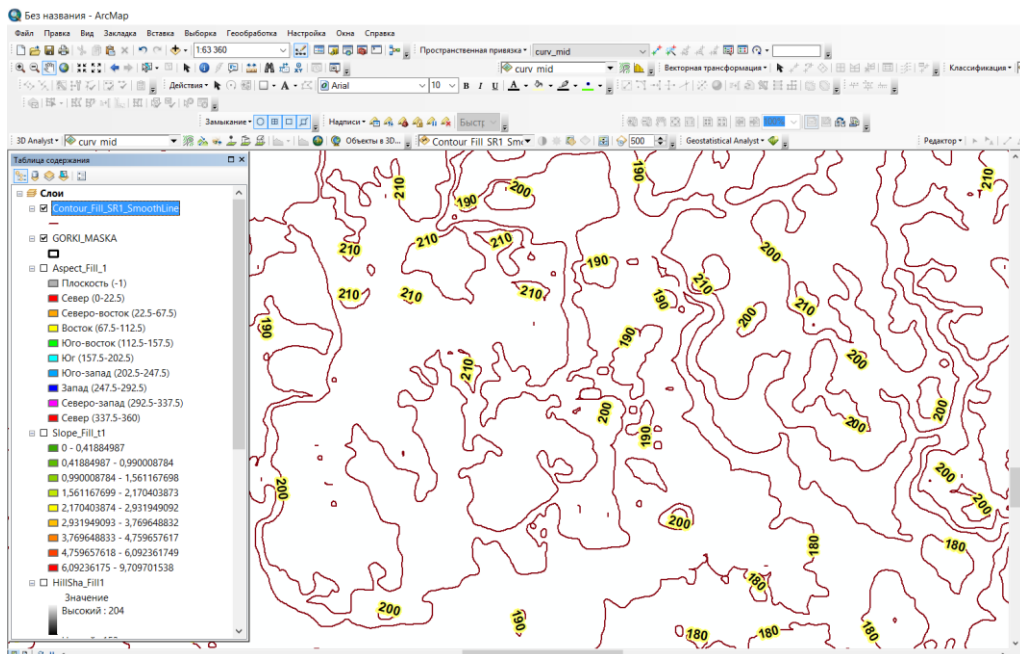


Рис. 7. Результат настроек отображения подписей высот сглаженных горизонталей

Крутизна склона является углом между горизонтальной и тангенциальной плоскостями в определяемой точке земной поверхности. Результатом вычислений уклона является GRID-модель, определяющая скорость максимального изменения значений высоты для каждой ячейки поверхности растра. Крутизна склона определяет скорость потоков, перемещающихся вдоль земной поверхности под действием гравитации.

Крутизну склона можно рассчитать, используя функциональные возможности набора инструментов **Spatial Analyst** и выбрав путь: **Поверхность – Уклон**. В появившемся диалоговом окне следует указать входной растр (название слоя, созданного по результатам заполнения); выходной растр (путь к рабочей папке с названием слоя) и в поле **Выходное измерение** выбрать DEGREE. Коэффициент Z оставить равным 1, не обращая внимание на значок-предупреждение (рис. 7).

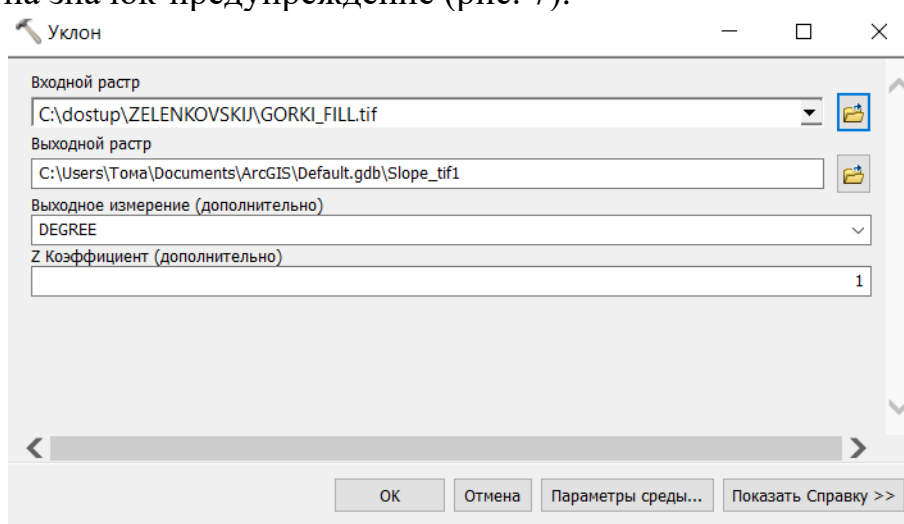


Рис. 7. Диалоговое окно настроек опции «Уклон»

В результате выполненных действий будет получено изображение следующего вида (рис. 8).

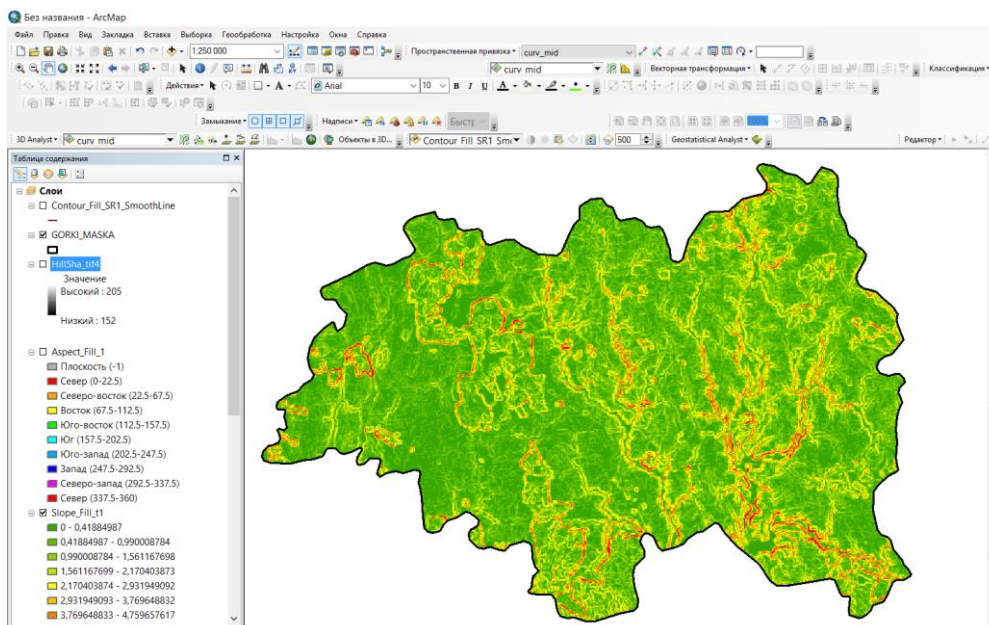


Рис. 8. Результаты вычисления уклона поверхности

Диапазон выходных значений зависит от типа единиц измерения. Для градусов диапазон значений уклона составляет от 0 до 90. Для процентного увеличения диапазон составляет от 0 до бесконечности. Плоская поверхность соответствует значению 0 процентов, уклон поверхности в 45 градусов соответствует 100 процентам подъема, и по мере того, как поверхность становится более вертикальной, процент подъема все больше и больше увеличивается.

Величина значения Z-фактора указывается как единица, если все данные представлены в одних и тех же единицах измерения. Если часть данных представлена в метрах, а часть – в футах, величину Z-фактора определяют исходя из сведений, приведенных в табл. 1

Таблица 1. – Значения Z-фактора в зависимости от широты

Широта, град	Z фактор (м)	Z фактор (футы)
0	0,00000898	0,00000273
10	0,00000912	0,00000278
20	0,00000956	0,00000291
30	0,00001036	0,00000316
40	0,00001171	0,00000357
50	0,00001395	0,00000425
60	0,00001792	0,00000546
70	0,00002619	0,00000798
80	0,00005156	0,00001571

Экспозиция – угол по часовой стрелке между направлением на север и проекцией внешней нормали на горизонтальную плоскость в определяемой точке земной поверхности, который определяет направление уклона поверхности, Экспозиция выражается положительными значениями градусов от 0 до 359,9, измеряемыми по часовой стрелке от направления на север, Плоским областям, не имеющим направления вниз по склону, присваивается значение -1.

Экспозиция влияет на водный режим почв, во многом определяя величину инсоляции и эвапотранспирации: в северном полушарии наиболее влажными являются северные склоны, затем западные, восточные, а самыми сухими – южные,

Уклон и экспозиция склона контролируют перераспределение зимних осадков по земной поверхности, поэтому эти морфометрические величины влияют на дифференциацию и динамику промерзания и оттаивания почвы и, следовательно, на дифференциацию накопления в почве запасов влаги,

С помощью вычисленной экспозиции возможно также:

- найти все направленные на север уклоны на горе при поиске лучших уклонов для лыжных трасс;

- вычислить солнечное освещение для каждой ячейки района при определении разнообразия жизни на каждом участке;
- найти все южные склоны в горных районах для выявления тех местоположений, где снег тает раньше, для определения тех населенных мест, которые первыми пострадают от водного потока;
- определить области плоской поверхности, чтобы найти область для посадки самолета в случае чрезвычайной ситуации,

Экспозицию склона можно рассчитать, используя функциональные возможности набора инструментов **Spatial Analyst** и выбрав путь: **Поверхность – Экспозиция**, В появившемся диалоговом окне следует указать входной растр (название слоя, созданного по результатам заполнения) и выходной растр (путь к рабочей папке с названием слоя) (рис. 9).

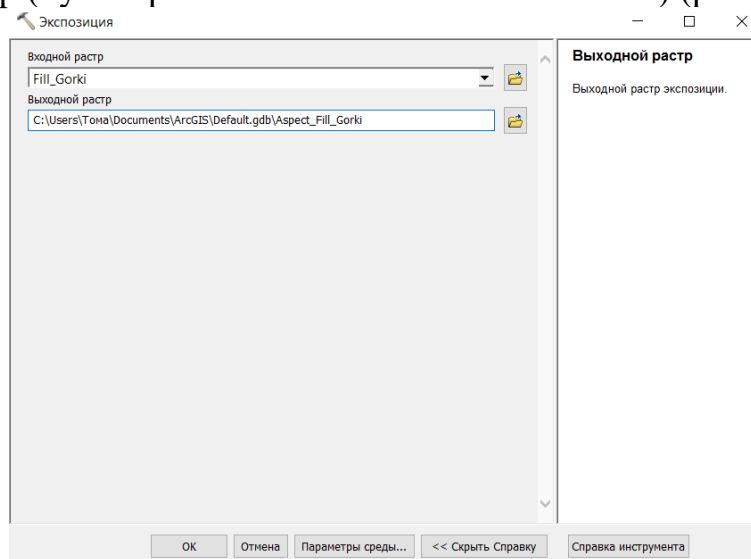


Рис. 9. Диалоговое окно настроек опции «Экспозиция»

В результате выполненных действий будет получено изображение следующего вида (рис. 10).

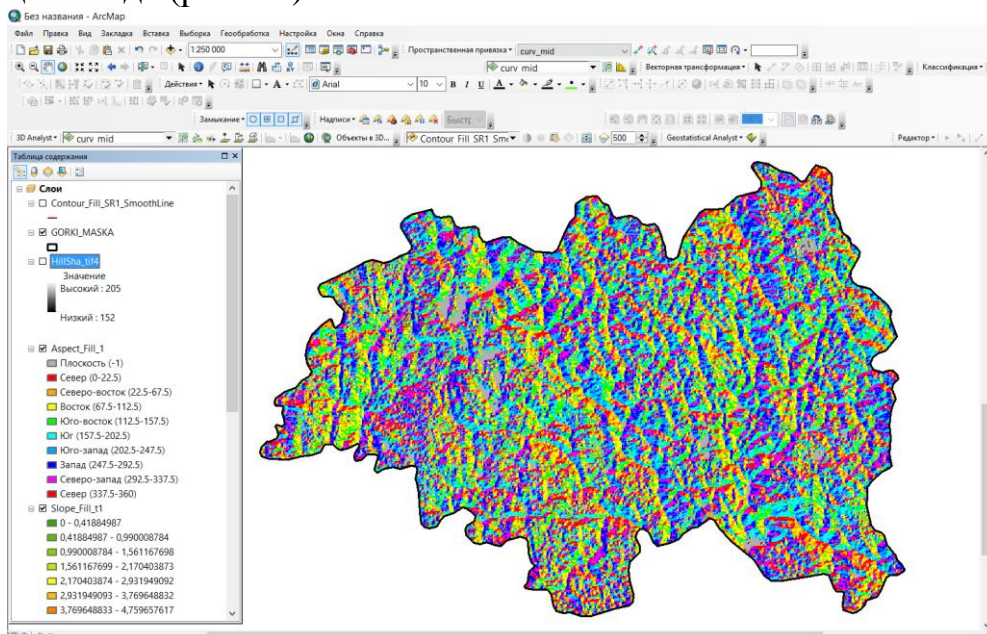


Рис. 10. Результаты вычисления экспозиции склона

Кривизна – это вторая производная поверхности (то есть уклон уклона), С помощью инструмента **Кривизна** набора инструментов **Spatial Analyst** можно рассчитать **среднюю, вертикальную (профильную) и горизонтальную (плановую) кривизну**.

Средняя кривизна рассчитывается как полусумма вертикальной и горизонтальной кривизны в заданной точке, Положительное значение средней кривизны указывает на то, что поверхность в этой ячейке выпуклая, Отрицательное значение средней кривизны указывает на то, что поверхность в этой ячейке вогнутая, а значение 0 указывает на то, что поверхность плоская,

В выходных данных профильной или вертикальной кривизны отрицательное значение указывает на то, что поверхность в этой ячейке выпуклая, положительное значение профильной кривизны указывает на то, что поверхность в этой ячейке вогнутая, а значение 0 – указывает, что поверхность плоская.

В выходных данных **плановой или горизонтальной кривизны** положительное значение указывает на то, что поверхность в этой ячейке выпуклая, Отрицательное значение плановой кривизны указывает на то, что поверхность в этой ячейке вогнутая, а значение 0 указывает, что поверхность плоская,

Единицы измерения выходного растра кривизны, так же, как и единицы измерения дополнительного выходного растра профильной кривизны и дополнительного выходного растра плановой кривизны, – одна сотая Z-единицы (1/100), Приемлемые значения всех трех выходных растров для холмистого рельефа, как правило, находятся в диапазоне от -0,5 до 0,5; в то время, как для территорий с крутыми, скалистыми горами значения могут варьировать от -4 до 4.

Для вызова диалогового окна настроек инструмента **Кривизна** выбирают путь: **Поверхность – Кривизна** и выполняют соответствующие настройки (рис. 11).

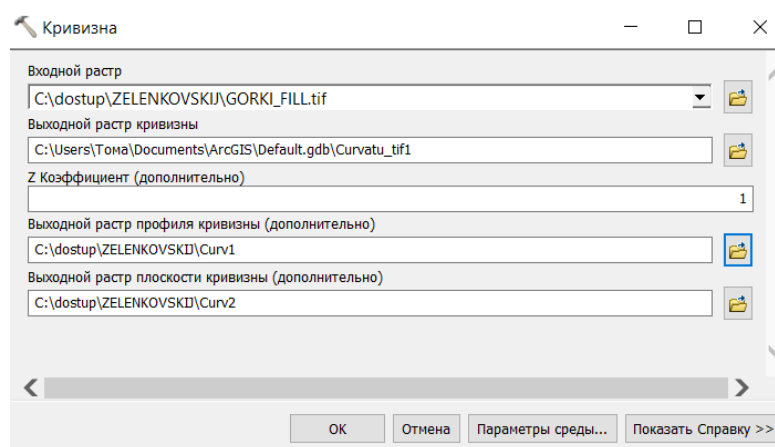


Рис. 11. Диалоговое окно вычисления кривизны поверхности

Следует трижды задать путь к своей рабочей папке и названия создаваемых слоев средней, вертикальной и горизонтальной кривизны.

В результате выполненных действий будут получены изображения следующего вида (рис. 12–14).

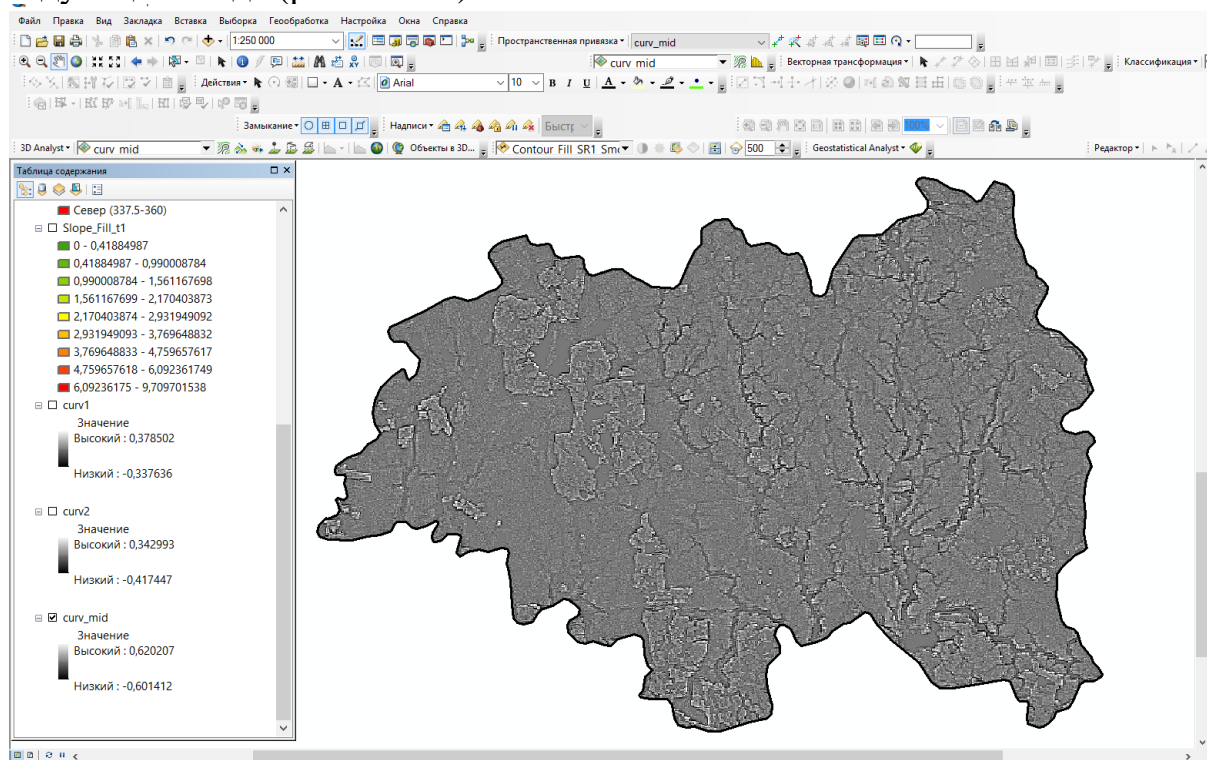


Рис. 12. Результат вычисления средней кривизны поверхности территории

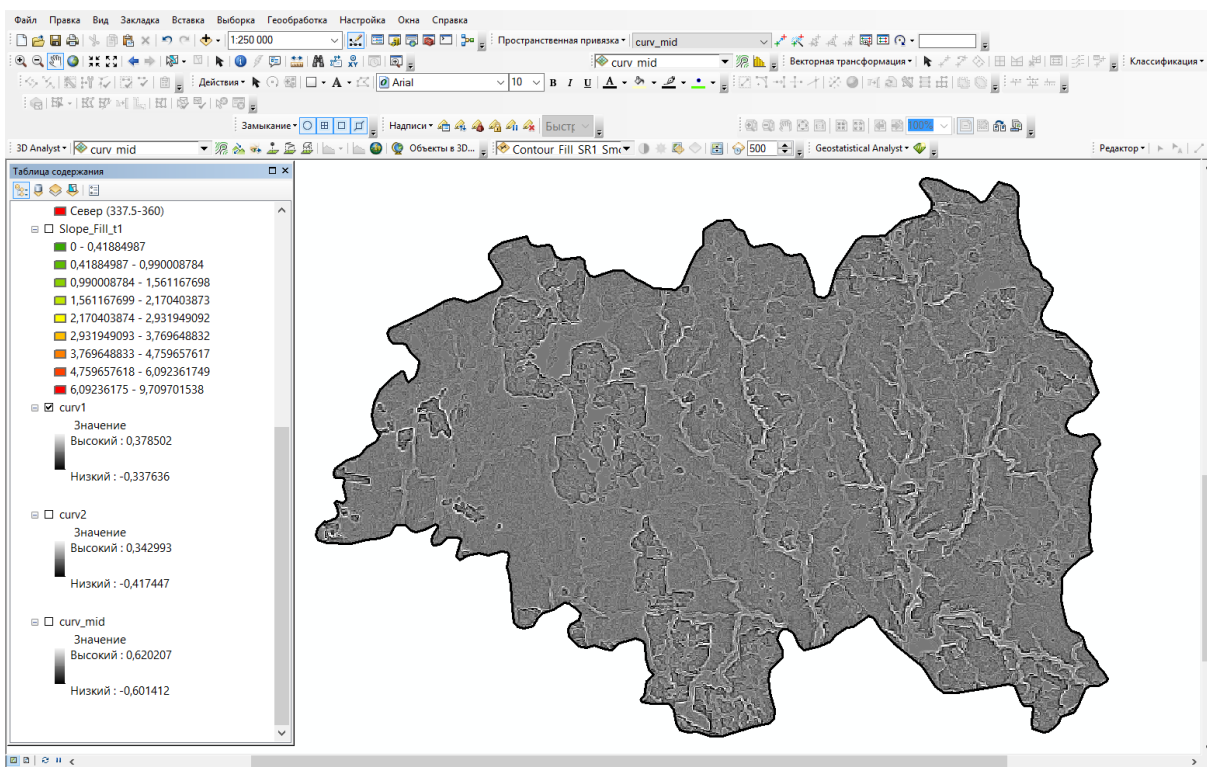


Рис. 13. Результат вычисления горизонтальной кривизны поверхности территории

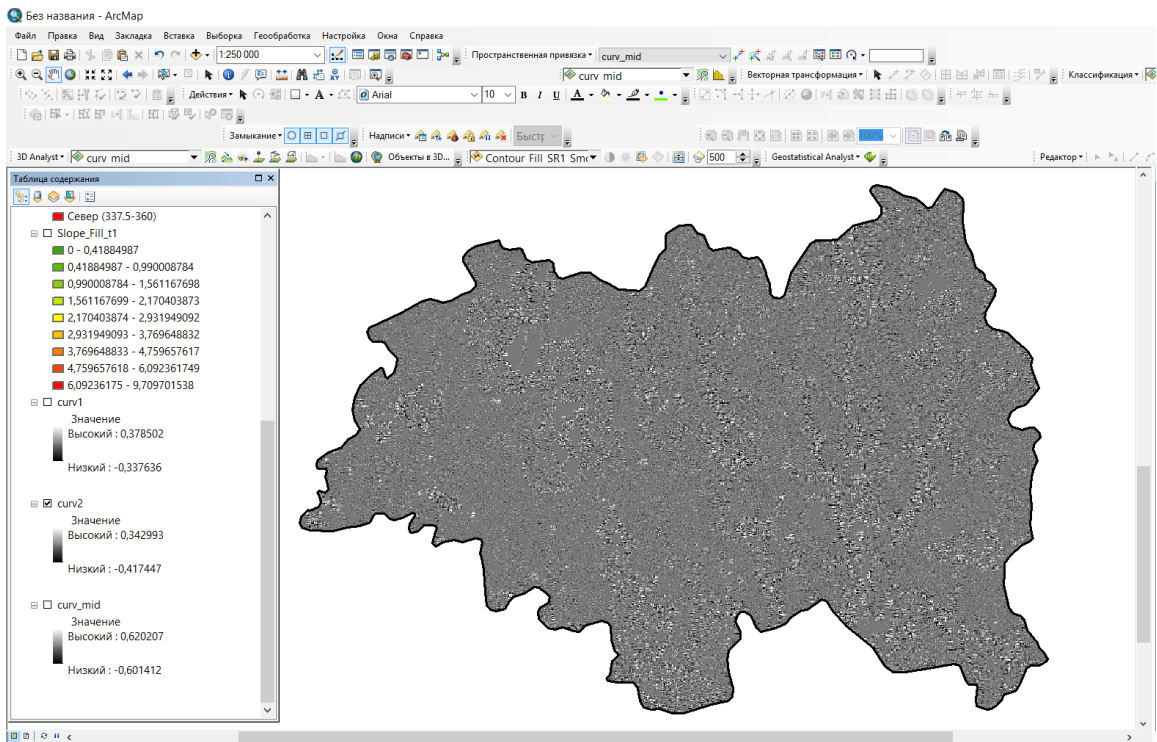


Рис. 14. Результат вычисления вертикальной кривизны поверхности территории

Далее следует создать изолинии растра уклона и наложить их совместно с изолиниями поверхности (не сглаженными) на созданный растр средней кривизны. С помощью вкладки **Символы** свойств слоя необходимо оформить контрастное отображение изолиний и растра (рис. 15).

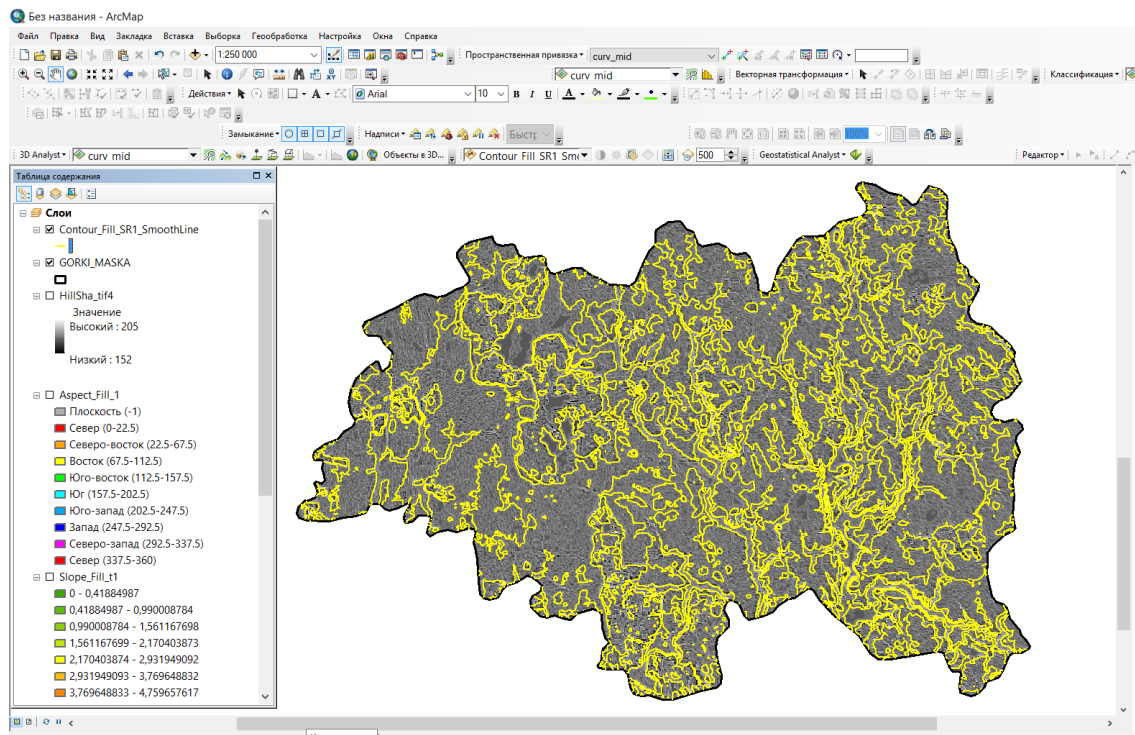


Рис. 15. Результат наложения растра вертикальной кривизны поверхности территории и изолиний

С точки зрения прикладного применения, выходные данные инструмента **Кривизна** могут быть использованы для описания физических характеристик водосборного бассейна, которые могут помочь в понимании направления процессов эрозии и поверхностного стока. Уклон влияет на общую скорость движения вниз по склону, а экспозиция определяет направление потока, Профильная кривизна влияет на ускорение или замедление потока, и, следовательно, влияет на эрозию и депонирование осадков, Плановая кривизна (кривизна в плоскости) влияет на конвергенцию и дивергенцию потока,

Инструмент **Отмывка** позволяет получить гипотетическое освещение поверхности путем определения освещенности для каждой ячейки растра, Принцип его работы заключается в установке положения гипотетического источника света и вычислении значений освещенности каждой ячейки по отношению к соседним ячейкам. Растр отмывки содержит целочисленные значения в диапазоне от 0 до 255. Выходными могут быть два типа растров отмывки рельефа.

Если отключена опция **Моделировать тени**, в выходном растре учитывается только локальный угол освещения, а если опция включена, выходной растр учитывает и расположение источника света, и эффекты теней. Анализ теней выполняется путем учета эффектов местного горизонта для каждой ячейки, ячейкам растра в тени присваивается нулевое значение.

Применение отмывки может значительно улучшить визуальное представление поверхности для анализа и графического отображения, особенно, при использовании опции прозрачности.

Отмывку можно выполнить, используя функциональные возможности набора инструментов **Spatial Analyst** и выбрав путь: **Поверхность – Отмывка**. В появившемся диалоговом окне следует указать входной растр (название слоя, созданного по результатам заполнения) и выходной растр (путь к рабочей папке с названием слоя) (рис. 16). Значения высоты и азимута задается произвольно.

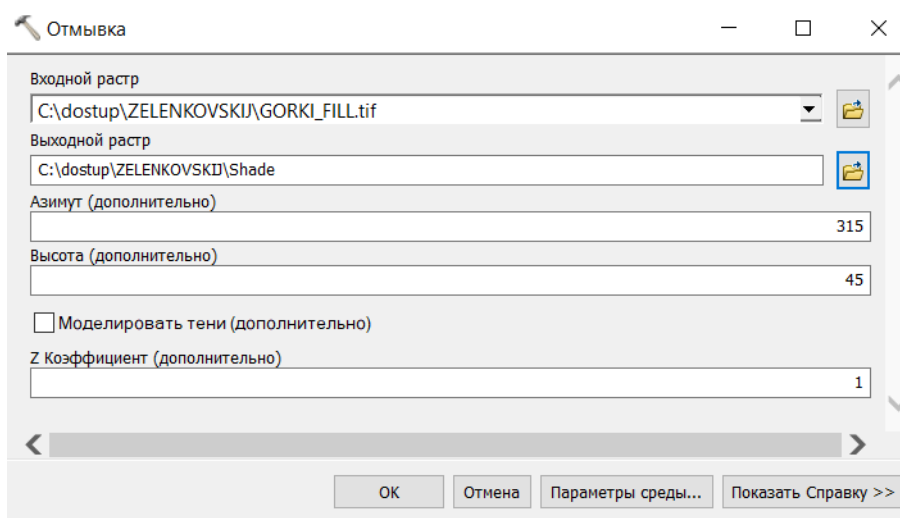


Рис. 16. Диалоговое окно выполнения отмывки

Азимут – это угловое направление на солнце, измеренное по часовой стрелке от направления на север в градусах от 0 до 360, Азимут 90 градусов – восток, Азимут по умолчанию – 315 градусов.

Высота – это подъем или угол источника света над горизонтом, который измеряется в градусах, от 0 (на горизонте) до 90 (над головой); значение по умолчанию равно 45 градусам.

С помощью опции Свойства слоя следует выполнить настройки отображения слоя с отмывкой рельефа (рис. 17).

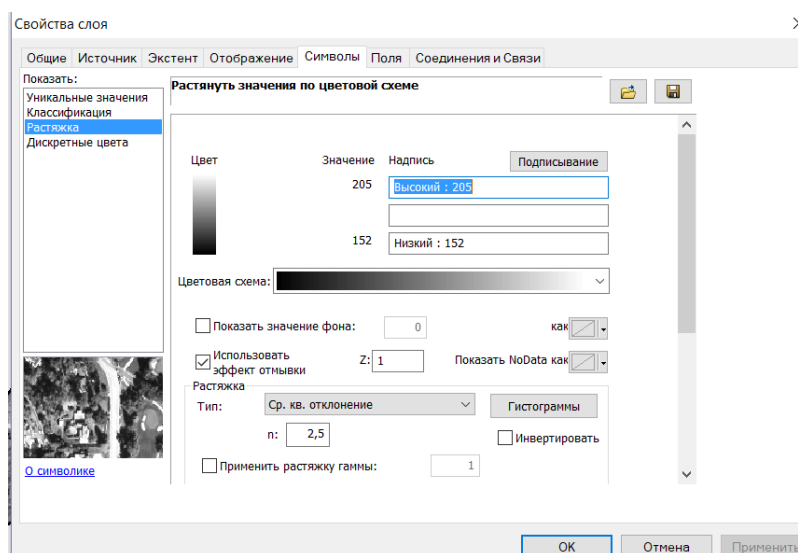


Рис. 17. Результат выполнения отмывки

В результате выполненных действий будет получено изображение следующего вида (рис. 18).

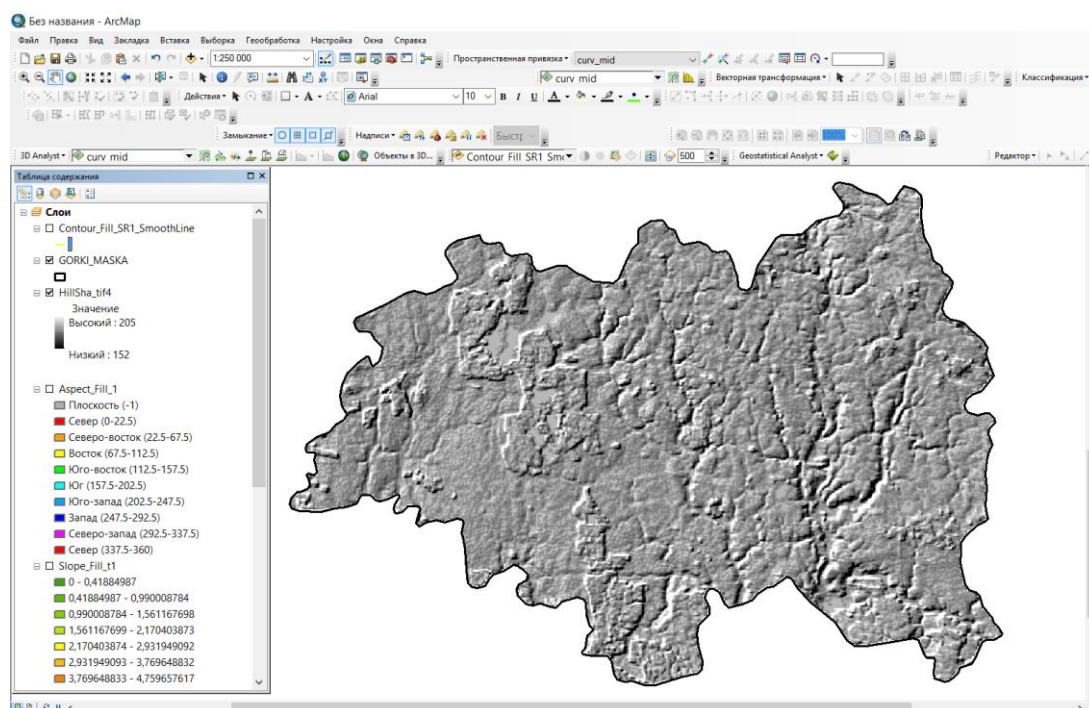


Рис. 18. Результат выполнения отмывки рельефа

Далее следует выбрать для растра после отмывки прозрачность 60 % и положить его на растровый слой, созданный после заполнения, предварительно преобразованный в цветное изображение (рис. 19).

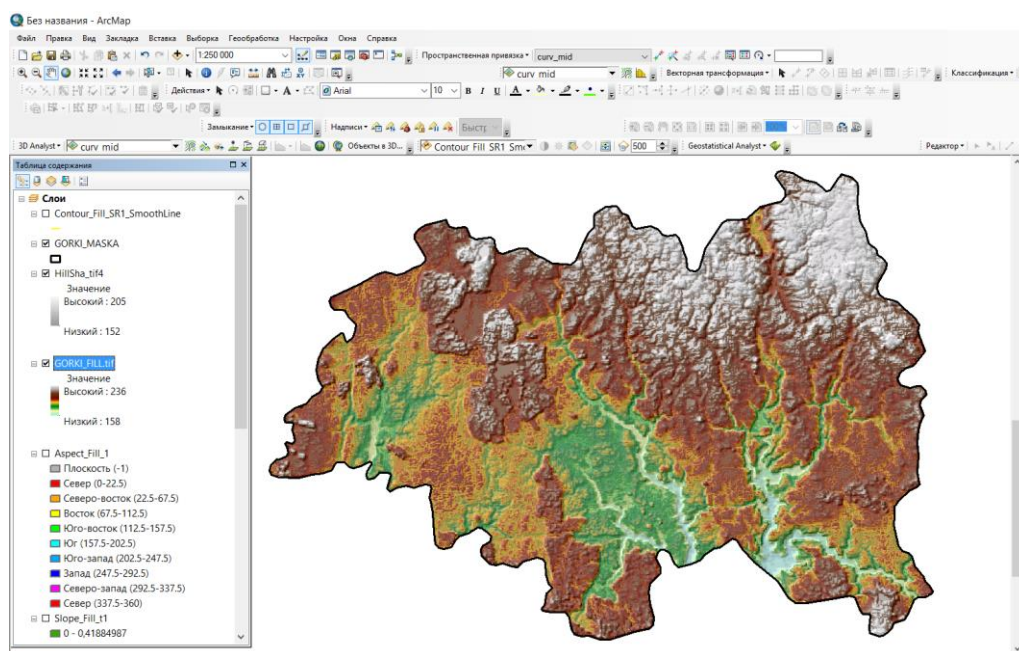


Рис. 19. Результат 3-D имитации изображения рельефа территории

Комплексный морфометрический анализ территории с помощью ГИС, на основе данных радарной интерферометрической топографической съемки SRTM может быть использован при проведении оперативной и эффективной оценки критических свойств рельефа для целей прогнозирования и землеустройства. Изучение морфометрических показателей рельефа имеет важную роль для выполнения межхозяйственного землеустройства, а полученные в результате его выполнения данные могут быть использованы также и при прогнозировании использования земель и функциональном зонировании территории.

2. Создание геоинформационной модели. ModelBuilder – это приложение, используемое для создания, редактирования и управления моделями. Модели – это рабочие процессы, которые соединены друг с другом в последовательности инструментов геообработки, подавая выход одного инструмента в другой инструмент в качестве входа. ModelBuilder можно также рассматривать как визуальный язык программирования для построения рабочих потоков.

Преимущества ModelBuilder в обобщенном виде можно представить следующим образом:

- ModelBuilder – это удобное в работе приложение для создания и запуска рабочих потоков, содержащих последовательность инструментов;

- с помощью ModelBuilder можно создавать собственные инструменты, которые также могут использоваться в средствах поддержки скриптов Python и в других моделях;
- ModelBuilder, наряду со средствами поддержки скриптов, предоставляет возможность интеграции ArcGIS с другими приложениями.

Для автоматизации процесса выполнения морфометрического анализа, генерации системы водотоков и определения степени горизонтального расчленения территории используются функциональные возможности модуля «ModelBuilder» и строится геоинформационная модель. Перед началом процесса построения модели разрабатывают алгоритм ее создания, который предусматривает выполнение следующих действий:

- 1) извлечение горизонталей (изолиний) с высотой сечения 10 м;
- 2) сглаживание горизонталей (изолиний) с допуском сглаживания 250 м;
- 3) определение крутизны склонов с диапазоном выходных значений в градусах и экспозиции склонов;
- 4) определение средней, вертикальной (профильной) и горизонтальной (плановой) кривизны склонов;
- 5) отмывка рельефа;
- 6) построение грида направления стока (инструмент «Направление стока»);
- 7) генерация постоянных и временных водотоков (инструмент «Суммарный сток»);
- 8) генерация речной сети в формате растра;
- 9) переформатирование речной сети из растрового в векторный формат;
- 10) слияние в один векторный слой сети постоянных и временных водотоков;
- 11) пересечение векторных слоев речной сети и сетки квадратов размером 1 x 1 км;
- 12) объединение векторных слоев речной сети и сетки квадратов размером 1 x 1 км;
- 13) извлечение точечного слоя центров квадратов сетки объединенного векторного слоя;
- 14) верификация работы модели;
- 15) поиск ошибок в модели и их устранение.

Исходя из алгоритма построения модели, выполнить ее создание. Создать новый проект ArcMap. В своей рабочей папке создать папку под названием Modelling_Flow. В папке под названием Modelling_Flow создать новый набор инструментов «Water». В наборе инструментов «Water» создать модель (щелкнуть правой кнопкой мыши по набору инструментов и выбрать путь: «Новый» – «Модель»). В результате в рабочем проекте появится диалоговое окно создания модели (рис. 20).

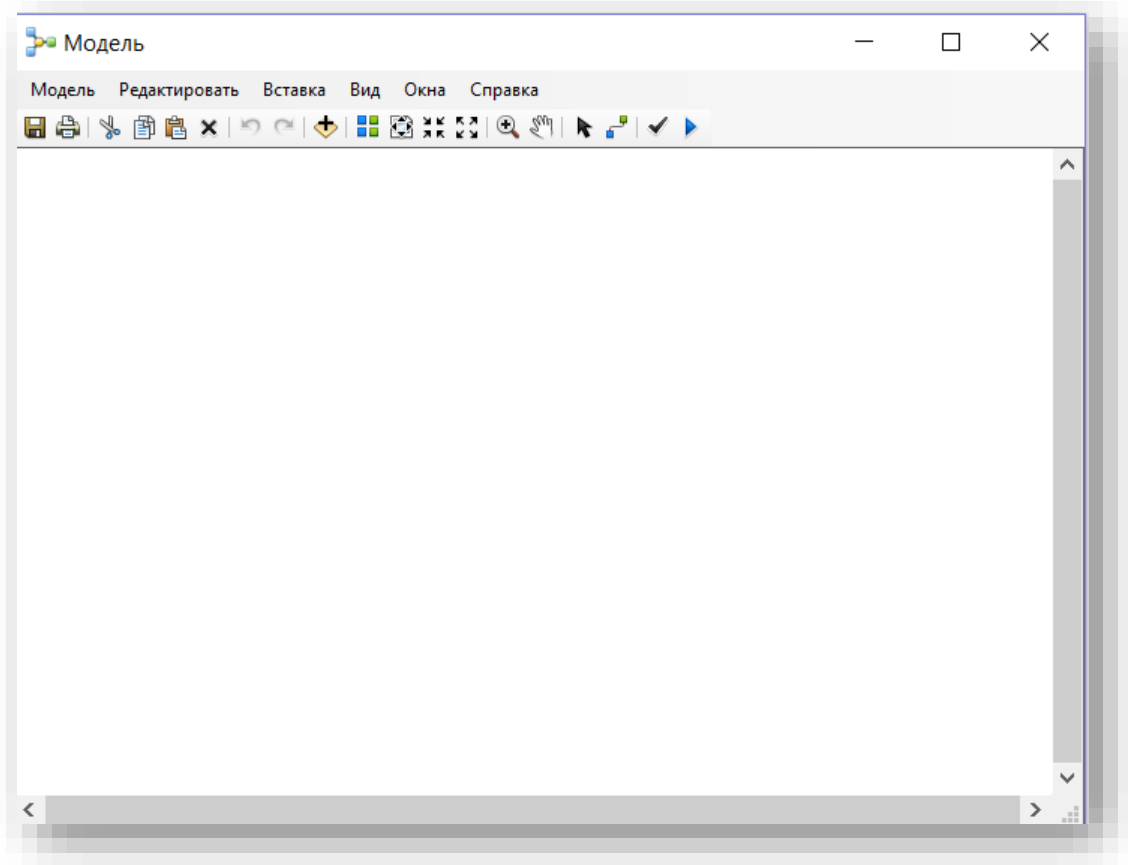


Рис. 20. Диалоговое окно создания модели

В модели синим цветом обозначаются исходные данные, желтым – процесс, зеленым – результат. Для того, чтобы начать собственно создание модели необходимо перетянуть файл SRTM с исходными данными (предварительно перепроецированный в систему координат проекции) из таблицы содержания в окно построения модели (рис. 21).

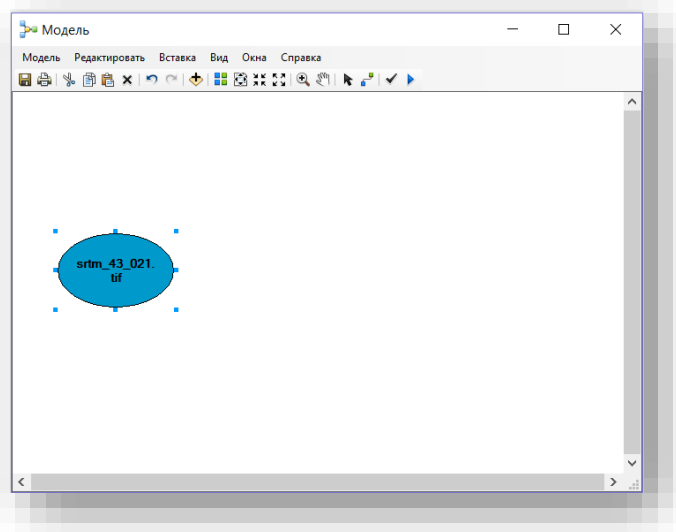


Рис.21. Диалоговое окно создания модели с добавленными исходными данными

Далее необходимо войти в модуль Arc Toolbox и выбрать путь: «Spatial Analyst Tools» – «Гидрология» – «Заполнение» и перетянуть инструмент в окно создания модели (рис. 22).

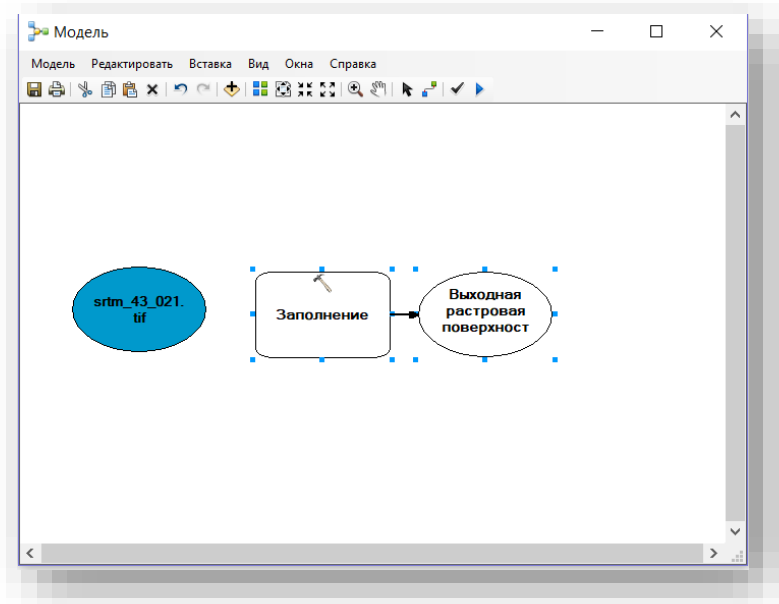


Рис. 22. Диалоговое окно создания модели с добавленным инструментом

Следует активировать добавленный инструмент двойным щелчком мыши по элементу с его названием и в появившемся диалоговом окне задать соответствующие настройки. При правильно выполненных действиях компоненты модели изменят окраску (рис. 23).

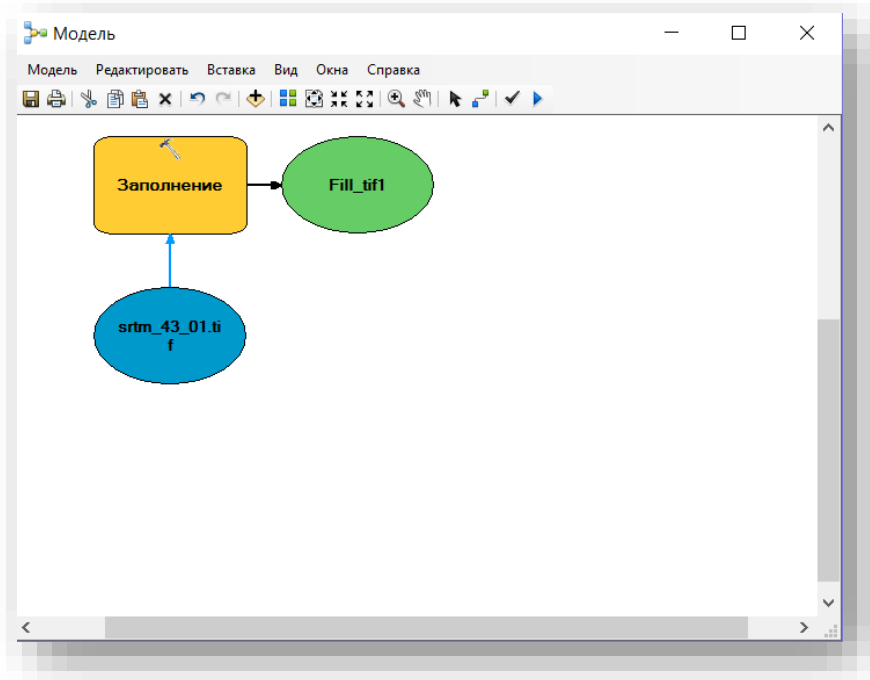


Рис. 23. Диалоговое окно создания модели с созданным блоком «данные – процесс – результат»

Аналогичную операцию необходимо выполнить в отношении всех элементов модели – инструментов. Чтобы рационально организовать размещение компонентов модели используют кнопку «Автокомпоновка» (рис. 24).

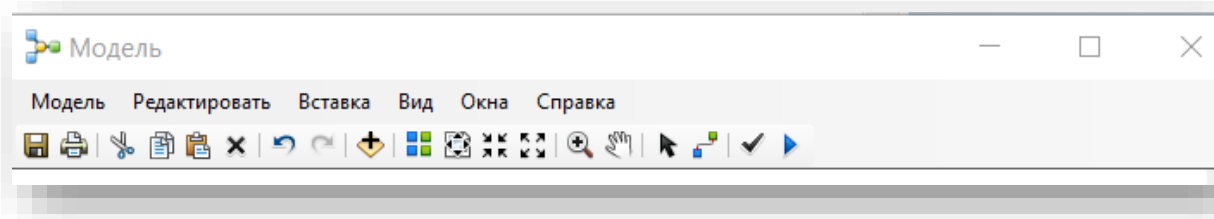


Рис. 24. Панель инструментов «Создать модель»

Далее необходимо конвертировать параметры модели. Для этого следует кликать правой кнопкой мыши на те компоненты, которые обозначены синим цветом, и в появившейся вкладке выбирать «Параметр модели». В результате возле обозначения компонента появится буква «Р» (рис. 25).

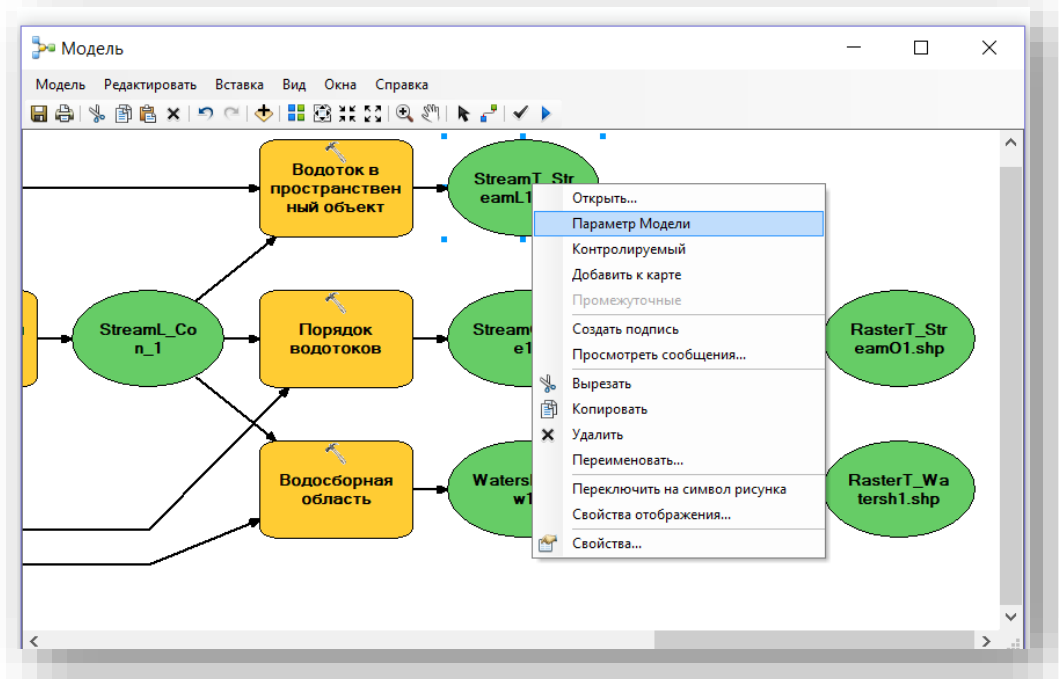


Рис. 25. Диалоговое окно создания модели с вкладкой конвертации параметров

Для верификации (проверки) корректности работы геоинформационной модели и поиска возможных ошибок при ее создании используют кнопку «Запустить» панели инструментов «Создать модель» (рис. 26).

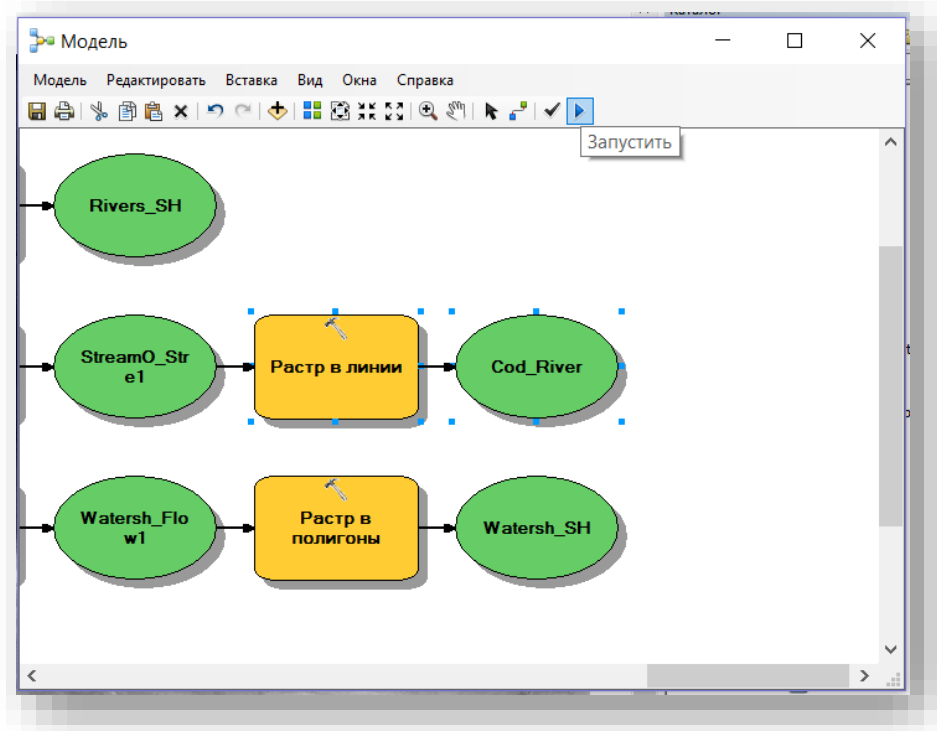


Рис. 26 Диалоговое окно создания модели с активированной опцией проверки

Если проверка прошла успешно и ошибок не обнаружено, нужно закрыть диалоговое окно проверки и сохранить созданную модель. В результате реализации описанного выше алгоритма будет построена универсальная модель, позволяющая выполнять морфометрический анализ цифровой модели рельефа, генерировать систему водотоков, а также определять степень горизонтального расчленения рельефа (рис. 27).

Созданная модель структурно состоит из трех исходных параметров, 21-го процесса и 23 результирующих растровых, векторных слоев и слоев в виде таблиц. Использование модели позволяет ускорить процесс анализа более чем в 30 раз по сравнению с процессом анализа, выполняемого посредством последовательного применения отдельных инструментов.

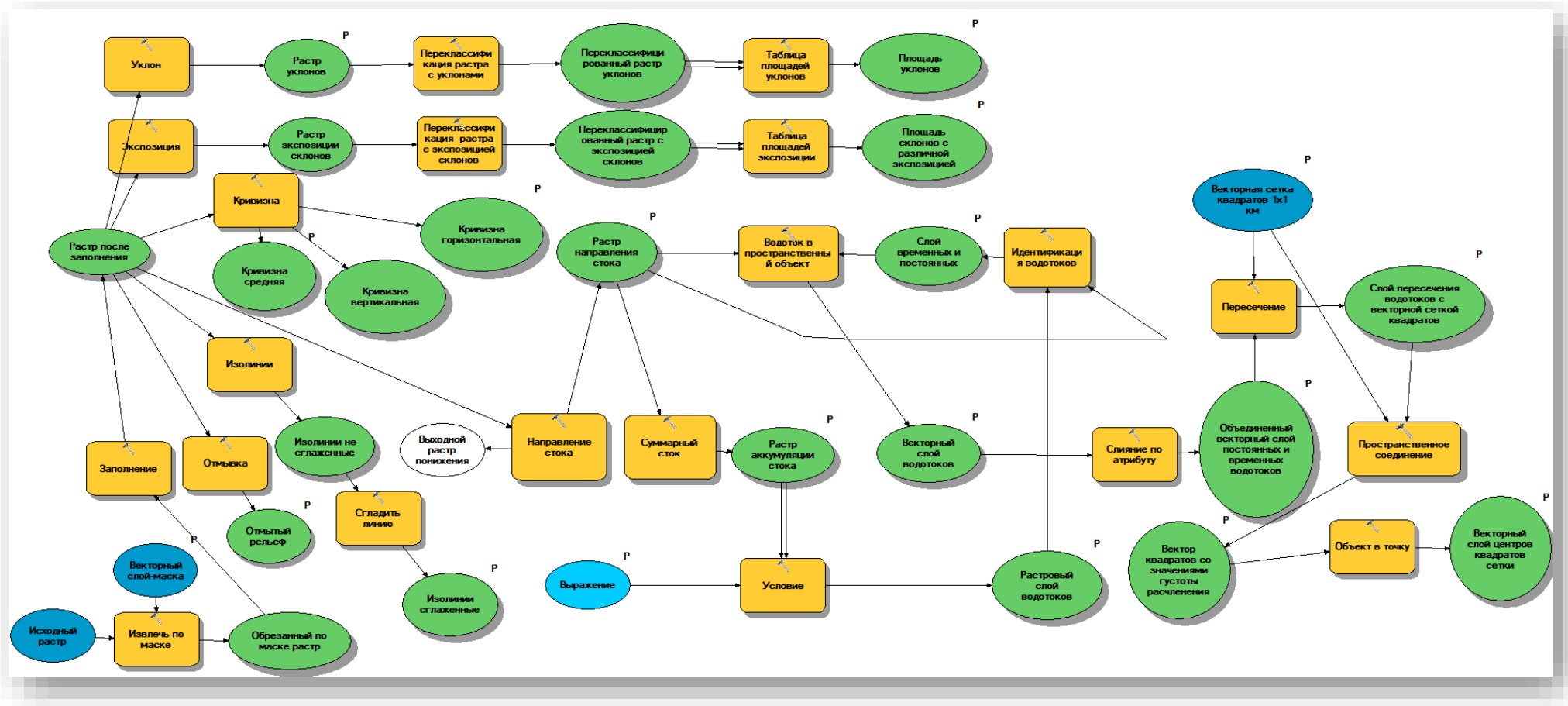


Рис. 27. Геоинформационная модель для автоматизации морфометрического анализа, извлечения системы водотоков и определения величины горизонтального расчленения рельефа (модуль Model Builder ArcGIS 10.5)

Следует отметить, что, когда в модель добавляются данные или значения, они становятся переменными. При добавлении в модель инструментов в ней автоматически создается только выходная переменная. Чтобы параметры других инструментов также отображались в модели в качестве переменных, необходимо создать независимые переменные и соединить их с инструментом или использовать параметры инструментов в качестве переменных.

Инструменты являются основными строительными блоками рабочего процесса в модели. С их помощью выполняются различные операции с географическими или табличными данными. Когда инструменты добавляются в модель, они становятся элементами модели. Диалоговое окно инструмента – это интерфейс, в котором задаются параметры инструмента (рис. 28).

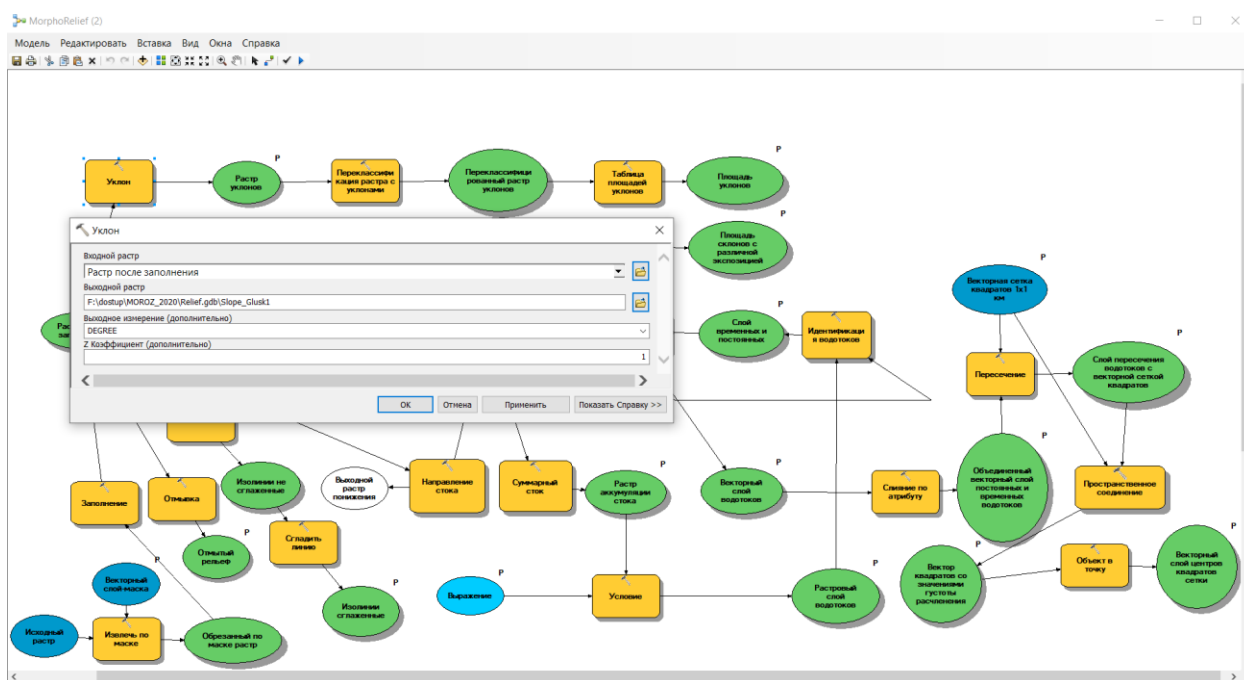


Рис. 28. Диалоговое окно инструмента «Уклон»

Чтобы открыть это окно, правой кнопкой мыши необходимо щелкнуть модель и выбрать команду «Открыть» или сделать двойной клик мышью. При создании модели в ModelBuilder переменные можно преобразовать в отображающиеся в диалоговом окне инструмента модели параметры модели.

Параметры инструмента – это входные и выходные значения инструмента, а также спецификации, которые влияют на обработку инструмента. В каждом параметре есть элемент управления интерфейса пользователя, в котором вводится значение или путь. Некоторые из параметров являются обязательными, другие – опциональными.

Параметры модели – это параметры, отображающиеся в диалоговом окне инструмента модели. Любую переменную модели можно преобразовать в параметр модели (рис. 29).

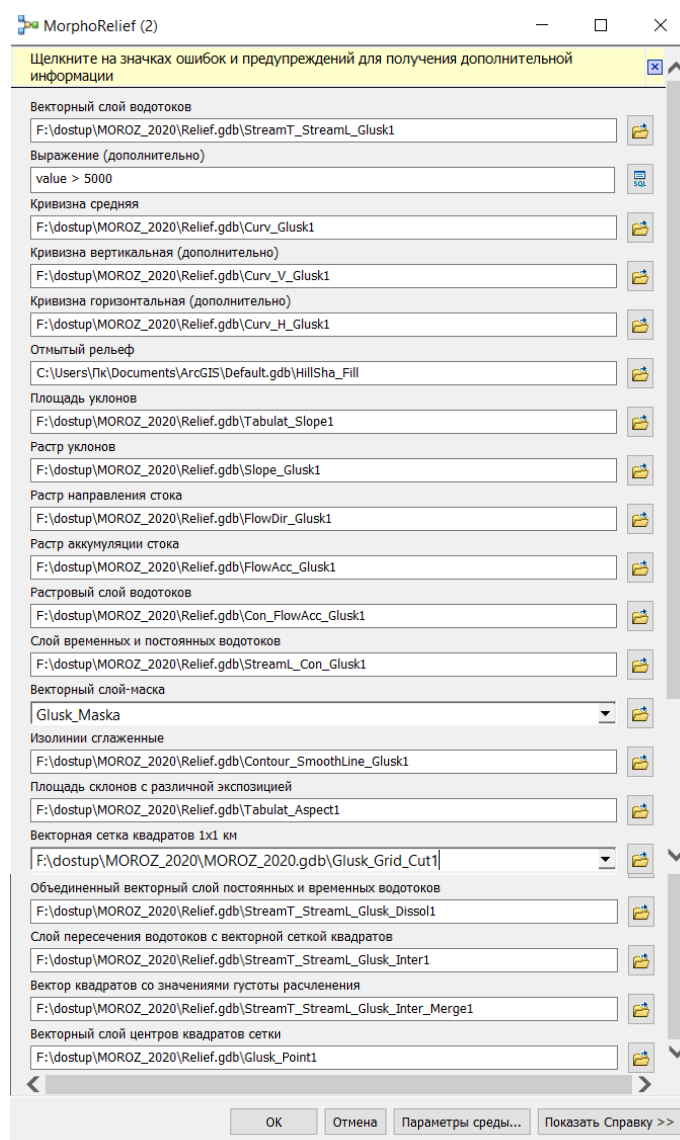


Рис. 29. Диалоговое окно параметров модели, позволяющей выполнять морфометрический анализ цифровой модели рельефа и генерировать водотоки и определять величину степени горизонтального расчленения рельефа территории

Тип данных переменной модели определяет к какому типу данных принадлежит переменная модели. К стандартным типам относятся класс объекта, векторный слой, рабочая область, булева переменная и переменные двойной точности. Тип данных переменной модели можно изменить в любой момент.

Порядок расположения параметров модели в диалоговом окне инструмента модели определяется порядком, в котором расположены параметры модели в окне «Свойства модели». Тип параметра модели указывает на то, является ли параметр обязательным или дополнительным.

Если параметр является дополнительным, к его метке в диалоговом окне будет добавлена надпись дополнительный.

Параметрические фильтры используются для ограничения или запрета входных значений или данных, которые можно указать для параметра

инструмента модели. Так, например, если использовать фильтр «Список значений», то для параметра можно будет задать только значения, входящие в этот список. К параметрам модели можно применять шесть типов фильтров:

- список значений;
- диапазон;
- класс объекта;
- файл;
- поле;
- рабочая область.

Условные обозначения выходных данных модели используются для обозначения выходного набора данных при добавлении переменной в таблицу содержания ArcMap. Задать обозначения выходным параметрам модели можно указав файл слоя, определяющий необходимые обозначения в свойствах переменной.

ЛИТЕРАТУРНЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ИСТОЧНИКИ:

1. Гурьянова, Л. В. Введение в ГИС / Л.В. Гурьянова. – Мн.: БГУ, 2008. – 135 с.
2. Дамшевич, А. Возможности использования цифровой модели рельефа для изучения влияния морфометрических показателей на влажность почв / А. Дамшевич // Земля Беларуси. – 2017. – №1. – С. 42–45.
3. Курлович, Д. М. Морфометрический ГИС-анализ рельефа Беларуси / Д. М. Курлович // Земля Беларуси. – 2013. – № 4. С. 42-48.