

**БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ ГЕОГРАФИИ И ГЕОИНФОРМАТИКИ
Кафедра почвоведения и геоинформационных систем**

А. А. Сазонов, Н. В. Жуковская

**ПРОГРАММНОЕ
ГЕОИНФОРМАЦИОННОЕ
ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

**Практикум
для магистрантов факультета
географии и геоинформатики специальности
1-56 80 01 «Землеустройство, кадастры,
геодезия и геоматика (профилизация “геоматика”»)**

**МИНСК
2022**

УДК 91:004(075.8)(076.5)
ББК 26.8с51я73-5
С14

Утверждено
на заседании учебно-методической комиссии
факультета географии и геоинформатики БГУ
26 мая 2022 г., протокол № 9

Рецензент
заместитель начальника отдела № 14
«Разработки технологий обработки и применения
данных дистанционного зондирования Земли»
Научно-инженерного республиканского унитарного
предприятия «Геоинформационные системы»
В. А. Сипач

Сазонов, А. А.
С14 Программное геоинформационное обеспечение : практикум для
магистрантов фак. географии и геоинформатики / А. А. Сазонов,
Н. В. Жуковская. – Минск : БГУ, 2022. – 39 с.

Практикум подготовлен в соответствии с учебной программой по дисциплине «Программное геоинформационное обеспечение», изучаемой магистрантами факультета географии и геоинформатики БГУ. Издание содержит материал для развития навыков работы с геоинформационными системами. Представлены задания и методические рекомендации по проведению практических занятий по рассматриваемым темам.

УДК 91:004(075.8)(076.5)
ББК 26.8с51я73-5

© БГУ, 2022

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
Практическая работа 1.....	5
Практическая работа 2.....	10
Практическая работа 3.....	15
Практическая работа 4.....	20
Практическая работа 5.....	23
Практическая работа 6.....	25
Практическая работа 7.....	28

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время географические информационные системы (ГИС) находят все более широкое применение при решении научных и практических задач в различных сферах геологии и природопользования, охраны окружающей среды, архитектуры и градостроительства, лесного, сельского и водного хозяйства, земельного кадастра, транспорта, логистики и др. Широкие возможности и многочисленные варианты использования ГИС-технологий на современном уровне развития прикладного программного обеспечения определяют нарастающий спрос на квалифицированные услуги ГИС-специалистов. Рынок программного ГИС-обеспечения сегодня представлен десятками ГИС, имеющих как сходные базовые функциональные возможности, так и свои уникальные инструменты геообработки и анализа.

Практикум разработан на основе наиболее популярных ГИС – ArcGIS и QGIS. Это одни из самых динамично развивающихся географических информационных систем.

Практическая работа 1

ОСНОВНЫЕ ПРИЕМЫ РАБОТЫ В QGIS

Цель: знакомство с основными элементами интерфейса QGIS, загрузка в проект векторных данных, визуализация и изучение пространственных данных в QGIS.

Исходные данные:

- шейп файл, содержащий границу Минской области (*Minsk_region.shp*);
- шейп файл, содержащий границы административных районов Минской области (*district_Minsk_reg.shp*);
- шейп файлы, содержащие речную сеть (*rivers_Minsk_reg.shp*) и озера Минской области (*lakes_Minsk_reg.shp*);
- шейп файл городов Минской области (*town_Minsk_reg.shp*).

ХОД ВЫПОЛНЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ

Шаг 1. Запустите QGIS через меню *Пуск* → *Все программы* → *QGIS*. Ознакомьтесь с основными элементами интерфейса QGIS (рис. 1.1). Рабочее окно программы состоит из пяти основных областей:

1. *Главное меню* предоставляет доступ ко всем возможностям QGIS в виде стандартного иерархического меню.

2. *Панели инструментов* обеспечивают доступ к большинству тех же функций, что и меню, а также содержат дополнительные инструменты для работы с картой; являются плавающими. Кроме того, каждую панель инструментов можно добавить/скрыть при помощи контекстного меню.

3. *Панель «Слои»* содержит список всех слоев проекта. Для каждого слоя отображается название, тип геометрии и условные обозначения. Флажок у каждого элемента легенды используется для настройки видимости. Порядок расположения слоев в легенде определяет порядок отображения слоев на карте. Слои, расположенные в начале списка, будут отображаться поверх слоев, расположенных в конце.

4. *Область карты.* Наиболее важная часть QGIS, где дается картографическое изображение. Последнее определяется слоями, загруженными в QGIS. Данные в окне карты можно панорамировать (прокручивать, смещать фокус отображения карты на другую область) и масштабировать.

5. *Строка состояния* отображает позицию курсора на карте в текущих координатах или координаты границ вывода карты при масштабировании и панорамировании, масштаб карты. Масштаб можно выбирать из списка предустановленных значений от 1 : 500 до 1 : 1 000 000.

6. *Браузер* – плавающая панель в QGIS, позволяющая перемещаться по каталогам и управлять геоданными. Чтобы активировать *Браузер*, вызовите контекстное меню в пустом месте панели инструментов и активируйте соответствующий флажок.

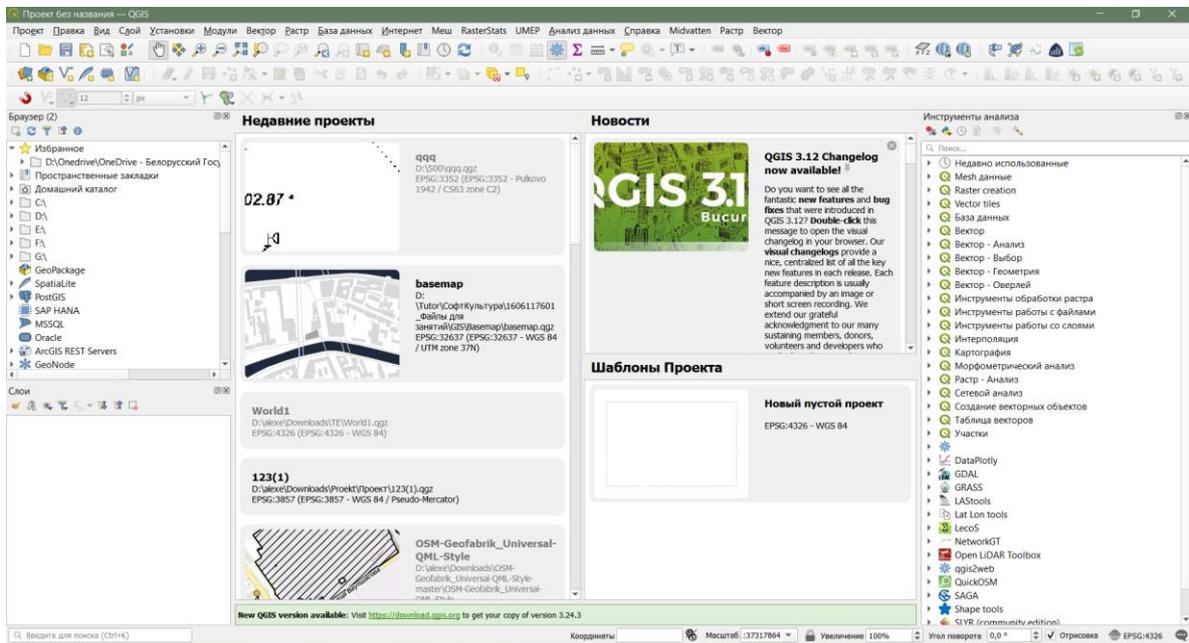


Рис. 1.1 – Интерфейс QGIS 3.24

Шаг 2. Добавьте в проект следующие векторные слои (shp-файлы) из папки исходных данных: «Minsk_region», «district_Minsk_reg», «lakes_Minsk_reg», «rivers_Minsk_reg», «town_Minsk_reg».

Шаг 3. Создайте группы слоев. Из слоёв «lakes_Minsk_reg» и «rivers_Minsk_reg» создайте группу слоёв «Гидрография».

Шаг 4. Установите систему координат проекта WGS 84 / UTM zone 35N (EPSG 32635).

Шаг 5. Измените названия слоев. Измените название векторного слоя «Minsk_region» на «Граница», «district_Minsk_reg» – на «Районы», «rivers_Minsk_reg» – на «Реки», «lakes_Minsk_reg» – на «Озера», «town_Minsk_reg» – на «Города».

Шаг 6. Символизируйте слои. Задайте следующие параметры для слоя «Граница»: *Стиль заливки* – без заливки, *Стиль обводки* – штриховая, *Толщина обводки* – 0,86. *Цвет обводки* выберите темно-серый.

Слой «Города» символизируйте обычным знаком, цвет заливки – коричневый. Слой «Реки» отобразите синим цветом шириной 0,3 мм.

Озера – обычным знаком, цвет заливки и контура – синий, добавьте эффект отрисовки *Внутренняя тень*.

Для слоя «Районы укажите *Уникальные значения* по полю *NAME*. Для опции *Градиент* установите *Случайные цвета*.

Шаг 7. Расположите добавленные слои в логическом порядке, чтобы сверху были точечные слои, затем – линейные, под ними – полигональные. Так как порядок слоев определяет порядок их отрисовки на карте, следите, что бы слои не перекрывали друг друга полностью.

Шаг 8. Создание закладки. Создайте пространственную закладку для Мядельского района, измените имя созданной закладки на «Мядельский».

Шаг 9. Каждый объект на карте связан с определенной строкой в атрибутивной таблице. Исследуйте атрибутивную таблицу слоя «Города». Определите, сколько объектов в таблице атрибутов, какие атрибутивные поля им соответствуют.

Шаг 10. Сделайте выборку для объектов с атрибутом *INHABITANT* больше 40. В соответствии с условием составленного вами выражения будут выбраны города с населением больше 40 000. Закройте окно таблицы атрибутов.

Шаг 11. Сохраните выделенные объекты в отдельный слой «Города». Сохраните в свою рабочую папку выбранные объекты под именем «city.shp». Добавьте слой в проект. Слой «city» переименуйте в «Города крупные».

Шаг 12. Классифицируйте города (слой «Города крупные»), разбив на три класса по численности населения 40–100, 101–1500, 1501 и выше. Установите стиль отрисовки – градуированный знак, *Поле* – *INHABITANT*, *Градиент* – *OrRd*, число классов – 3, *Режим* – равные интервалы. Вручную измените значения диапазонов. Откорректируйте легенду, как показано на рис. 1.2.

Шаг 13. Слой «Города» разместите ниже слоя «Города крупные» и установите *Видимость в пределах масштаба* таким образом, чтобы при полном экстенде объекты в слое «Города» были не видны, а при увеличении карты в несколько раз – появлялись; слой «Города крупные» при этом же увеличении пропадал.

После того как вы задали диапазон видимых масштабов, слой не будет отображаться, если масштаб карты выходит за рамки диапазона. В легенде будет отображен недоступный для выбора флажок.

Шаг 14. В слое «Реки» отобразите только постоянные водотоки. Для этого с помощью свойства слоя *Фильтр* постройте выражение для создания выборки ваших данных. Простейшая форма выражения должна состоять из имени поля (выбираемого из блока *Поля* в левой части окна), логического оператора (который выбирается с помощью кнопок в центре окна) и значения. Для того чтобы появились значения, необходимо при выбранном поле нажать на кнопку *Образец*.

Используйте поле *TYPE_RIVER*, «= \Rightarrow » (равно) в группе *Операторы* и значения в окошке *Образец*.

В соответствии с условием составленного вами выражения все непостоянные водотоки перестанут отображаться в окне карты.

Шаг 15. Подпишите объекты слоя «Города». В списке *Подписывать значениями* установите поле *OWN_NAMES*. Укажите *Шрифт* – Times New Roman, *Размер* – 10,25. Затем в группе *Размещение* выберите верхний левый сектор.

Объекты слоя «Города крупные» подпишите красным цветом, шрифтом Times New Roman, размер – 12. Разместите надписи вверху справа от центра полигона.

Шаг 16. Создайте надписи для объектов слоя «Озера». В качестве поля установите *OWN_NAMES*. *Цвет надписей* – синий, *Шрифт* – Times New Roman, *Размер* – 10. Разместите надписи в верхнем центральном секторе. В группе *Отрисовка* установите флажок *Видимость в пределах масштаба*.

Шаг 17. Создайте надписи объектов слоя «Реки», для этого в меню. Поле надписи установите *OWN_NAMES* и символизируйте надписи: *Шрифт* – Times New Roman, *Начертание* – курсив, *Размер* – 7, *Цвет* – синий. В группе *Размещение* выберите положение *Вдоль кривых*. В группе *Отрисовка* поставьте галочку напротив *Объединять связанные линии для устранения дублирующих подписей*.

Шаг 18. Создайте новое поле в таблице атрибутов слоя «Районы», для чего выберите инструмент *Новое поле*. В окне *Добавить поле* обозначьте *Имя* – Density, *Тип* – десятичное число (real), *Длина* – 5, *Точность* – 2. Размер поля, равный 5 с точностью 2, означает, что в поле может быть записано трехзначное число, десятичная запятая и два знака после запятой, определяющие точность.

Рассчитайте значения плотности населения районов чел./км² (поле *Density*), используя поля *POPUL* и *AREA*. Учтите, что значения поля *POPUL* даны в тысячах.

Шаг 19. Символизируйте слой «Районы» градуированным знаком по полю *Density*. *Градиент* – YlOrBr, *Количество классов* – 3, *Режим* – естественные интервалы. Настройте отображение значений данных в легенде, задав число десятичных знаков (*Precision 1*). Задайте прозрачность слоя в 25 %.

Шаг 20. Установите модуль QuickMapServices, если он еще не установлен. Найдите и добавьте в проект базовую карту *OpenStreetMap Standard*. Карта автоматически подключится в проект в качестве слоя. В легенде слой располагается в конце списка.

Шаг 21. Сохраните проект (рис. 1.2) в своей папке под именем «Minsk_obl». Закройте QGIS.

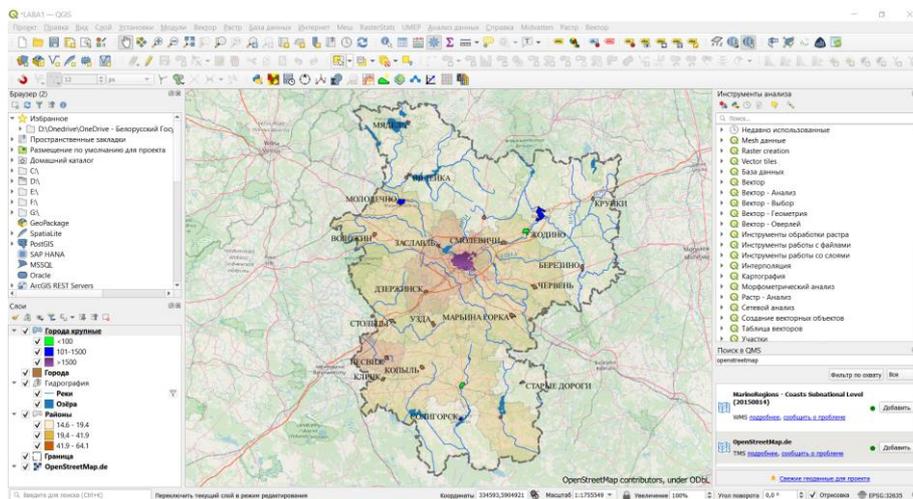


Рис. 1.2 – Готовый проект в QGIS

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Перечислите доступные в QGIS стили отрисовки.
2. Что означает перепроецирование «на лету» и реализована ли в QGIS данная возможность?
3. Перечислите основную последовательность шагов по настройке отображения слоя в определенном диапазоне масштабов.
4. Какая функция QGIS позволяет создать запрос на отображение (отобразить подмножество объектов)?

Практическая работа 2

ОСНОВНЫЕ ПРИЕМЫ РАБОТЫ В ArcGIS Pro

Цель: знакомство с основными элементами интерфейса ArcGIS Pro, загрузка в проект векторных данных, визуализация и изучение пространственных данных в ArcGIS.

Исходные данные:

- шейп файл, содержащий границу Минской области (*Minsk_region.shp*);
- шейп файл, содержащий границы административных районов Минской области (*district_Minsk_reg.shp*);
- шейп файлы, содержащие речную сеть (*rivers_Minsk_reg.shp*) и озера Минской области (*lakes_Minsk_reg.shp*);
- шейп файл городов Минской области (*town_Minsk_reg.shp*).

ХОД ВЫПОЛНЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ

Шаг 1. Запустите ArcGIS через меню *Пуск* → *Все программы* → *ArcGIS*. Ознакомьтесь с основными элементами интерфейса ArcGIS (рис. 2.1). Заметьте, что окно программы сильно отличается от окна QGIS.

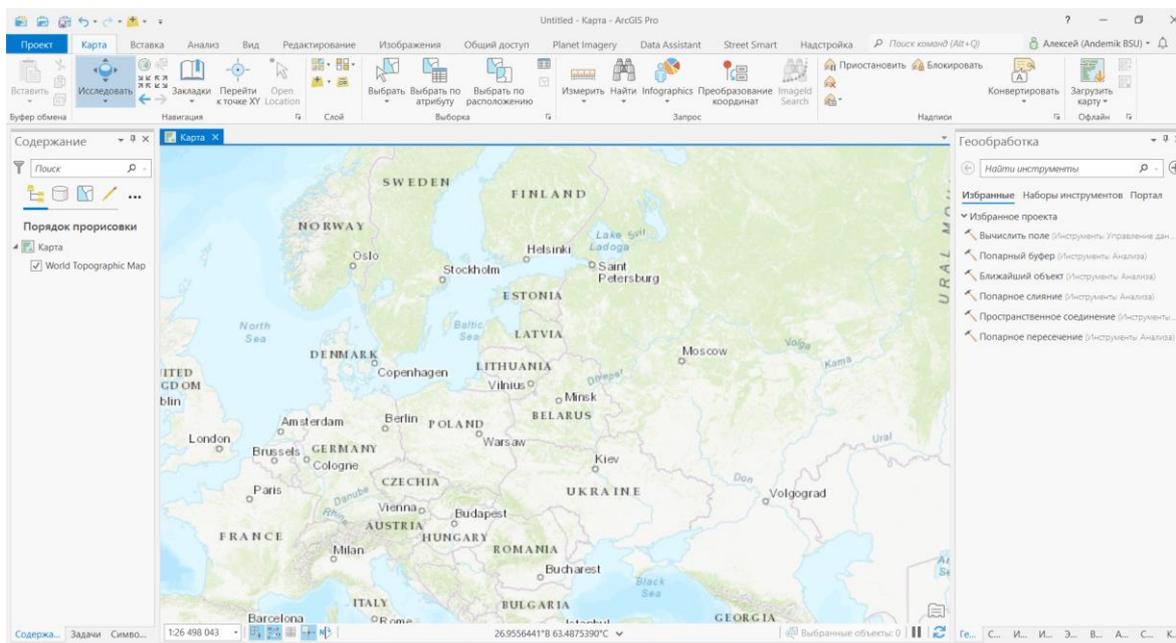


Рис. 2.1 – Интерфейс ArcGIS Pro

Управление в ArcGIS осуществляется через единую панель – *Ленту*. На ней содержатся основные вкладки – группы инструментов и их свойств,

инструменты навигации и т.д. Дополнительные окна и панели открываются в *Рабочей области*.

Рабочая область в ArcGIS может содержать вид карты или компоновки, глобальной и локальной сцен, базовой и стерео-карт, панели Каталог, Содержание, Геообработка, а также другие панели в зависимости от нужд пользователя.

Подробнее рассмотрим содержание вкладок на *Ленте*.

1. *Карта* – содержит основные инструменты навигации по карте и пространственные закладки, группы инструментов *Выборка*, *Слой*, *Надписи*, а также инструменты поиска и измерений по карте.

2. *Вставка* – позволяет добавлять в Рабочую область новые карты, сцены и компоновки, создавать подключения к базам данных, создавать отчеты, а также импортировать проекты из предыдущих версий ArcGIS 10.

3. Вкладка *Анализ* дает доступ к инструментам геообработки ArcGIS, истории работы инструментов, параметрам среды, инструментам *Python* и *ModelBuilder*, функциям растра. Отдельно выделены в группу *Инструменты* наиболее популярные функции.

4. Вкладка *Вид* позволяет связывать виды карт и сцен, управлять панелями и окнами, добавлять инструменты навигации на карту.

5. Вкладка *Редактирование* активна при сеансе редактирования векторных слоёв. На ней представлены инструменты создания и редактирования геометрии и атрибутов объектов, опции замыкания, функции выборки и топологии.

6. Вкладка *Изображения* активна при сеансе работы с растровыми данными. На вкладке представлены инструменты анализа растров, редактор пикселей, а также группа быстрого доступа к основным инструментам геообработки для растровых данных.

7. Через вкладку *Общий доступ* можно выводить карты на печать или экспортировать в другие форматы.

Шаг 2. Добавьте в проект следующие векторные слои (shp-файлы) из папки исходных данных: «Minsk_region», «district_Minsk_reg», «lakes_Minsk_reg», «rivers_Minsk_reg», «town_Minsk_reg».

Шаг 3. Создайте группы слоёв. Из слоёв «lakes_Minsk_reg» и «rivers_Minsk_reg» создайте группу слоёв «Гидрография».

Шаг 4. Установите систему координат проекта WGS 84 / UTM zone 35N (EPSG 32635).

Шаг 5. Измените названия слоев. Измените название векторного слоя «Minsk_region» на «Граница», «district_Minsk_reg» – на «Районы», «rivers_Minsk_reg» – на «Реки», «lakes_Minsk_reg» – на «Озера», «town_Minsk_reg» – на «Города».

Шаг 6. Символизируйте слои. Для слоя «Граница» установите стиль «Граница двойной штриховкой 1, без заливки».

Слой «Города» символизируйте стилем «Оранжевый (пастельный)». Ширину контура измените на значение 0,3 точки.

Слой «Реки» отобразите синим цветом шириной 0,3 точки.

Озера – сплошная заливка цветом HEX #BFD9F2, цвет контура – «Атлантический голубой», ширина контура 1 точка.

Для слоя «Районы» укажите *Уникальные значения* по полю *NAME*. Цветовую схему укажите как «Базовая случайная».

Шаг 7. Расположите добавленные слои в логическом порядке, чтобы сверху были точечные слои, затем – линейные, под ними – полигональные. Так как порядок слоев определяет порядок их отрисовки на карте, следите, что бы слои не перекрывали друг друга полностью.

Шаг 8. Создание закладки. Создайте пространственную закладку для Минского района, измените имя созданной закладки на «Минский район».

Шаг 9. Каждый объект на карте связан с определенной строкой в атрибутивной таблице. Исследуйте атрибутивную таблицу слоя «Районы». Определите, сколько объектов в таблице атрибутов, какие атрибутивные поля им соответствуют.

Шаг 10. Сделайте выборку для объектов с атрибутом слоя «Города» *INHABITANT* больше 60. В соответствии с условием составленного вами выражения будут выбраны города с населением больше 60 000. Закройте окно таблицы атрибутов.

Шаг 11. Сохраните выделенные объекты в отдельный слой «Города». В своей рабочей папке создайте файловую базу геоданных «BASE.gdb», и сохраните туда выбранные объекты под именем «city». Добавьте слой в проект. Слой «city» переименуйте в «Города крупные».

Шаг 12. Классифицируйте города (слой «Города крупные»), разбив на три класса по численности населения 60–100, 101–150, 150 и выше. Установите стиль отрисовки – градуированные цвета, *Поле* – *INHABITANT*, *Цветовая схема* – «Желто-Зелено-Голубая», число классов – 3, *Режим* – равные интервалы. Вручную измените значения диапазонов. Откорректируйте легенду, как показано на рис. 2.2.

Шаг 13. Слой «Города» разместите ниже слоя «Города крупные» и установите *Видимость в пределах масштаба* таким образом, чтобы при полном экстенде объекты в слое «Города» были не видны, а при увеличении карты в несколько раз – появлялись; слой «Города крупные» при этом же увеличении пропадал.

После того как вы задали диапазон видимых масштабов, слой не будет отображаться, если масштаб карты выходит за рамки диапазона. В легенде будет отображен недоступный для выбора флажок.

Шаг 14. В слое «Реки» отобразите только постоянные водотоки. Для этого с помощью свойства слоя *Определяющий запрос* постройте выражение для создания выборки ваших данных.

Используйте поле *TYPE_RIVER*, « \Rightarrow » (равно) и значение атрибута.

В соответствии с условием составленного вами выражения все непостоянные водотоки перестанут отображаться в окне карты.

Шаг 15. Подпишите объекты слоя «Города». В списке *Подписывать значениями* установите поле *OWN_NAMES*. Укажите *Шрифт* – Times New Roman, *Размер* – 13.

Объекты слоя «Города крупные» подпишите красным цветом с белой обводкой, шрифтом Times New Roman, размер – 12. Разместите надписи сверху справа от центра полигона.

Шаг 16. Создайте надписи для объектов слоя «Озера». В качестве поля установите *OWN_NAMES*. *Цвет надписей* – синий, *Шрифт* – Times New Roman, *Размер* – 9. Разместите надписи в верхнем центральном секторе.

Шаг 17. Создайте надписи объектов слоя «Реки», для этого в меню надписи установите *OWN_NAMES* и символизируйте надписи: *Шрифт* – Times New Roman, *Начертание* – курсив, *Размер* – 7, *Цвет* – синий. В группе *Размещение* выберите положение *Вдоль кривых*.

Шаг 18. Создайте новое поле в таблице атрибутов слоя «Районы», для чего выберите инструмент *Добавить поле*. В окне *Добавить поле* обозначьте *Имя* – Density, *Тип* – десятичное число (float), *Разрядность поля* – 5, *Количество десятичных знаков* – 2. Размер поля, равный 5 с точностью 2, означает, что в поле может быть записано трехзначное число, десятичная запятая и два знака после запятой, определяющие точность.

Рассчитайте значения плотности населения районов чел./км² (поле *Density*), используя поля *POPUL* и *AREA*. Учтите, что значения поля *POPUL* даны в тысячах.

Шаг 19. Символизируйте слой «Районы» градуированным знаком по полю *Density. Градиент* установите на ваш выбор в соответствии с правилами картографии, *Количество классов* – 3, *Режим* – равные интервалы. Задайте прозрачность слоя в 25 %.

Шаг 20. Добавьте базовую карту ArcGIS Online *OpenStreetMap Standard*. Карта автоматически подключится в проект в качестве слоя. В легенде слой располагается в конце списка.

Шаг 21. Сохраните проект в своей папке под именем «Minsk_obl». Закройте ArcGIS Pro.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Перечислите доступные в ArcGIS Pro стили отрисовки.
2. Что означает перепроецирование «на лету» и реализована ли в ArcGIS Pro данная возможность, в чем отличие от QGIS?
3. Перечислите основную последовательность шагов по настройке отображения слоя в определенном диапазоне масштабов.
4. Какая функция ArcGIS Pro позволяет создать запрос на отображение (отобразить подмножество объектов)?

Практическая работа 3

ОСНОВНЫЕ ПРИЕМЫ РАБОТЫ В Google Earth Pro

Цель: знакомство с основными элементами интерфейса Google Earth Pro, изучение языка KML.

Исходные данные:

- файл изображения, содержащий герб факультета географии и геоинформатики БГУ (*Geo.jpg*);
- файл изображения, содержащий фотографию фасада факультета географии и геоинформатики БГУ (*Korp.jpg*);
- kml-файл, содержащий координаты местоположения главного корпуса БГУ (*Главный корпус.kml*).

ХОД ВЫПОЛНЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ

Шаг 1. Google Earth является одним из самых популярных ГИС-вьюеров. У программы есть ряд преимуществ: она бесплатна, имеет встроенный набор географических данных, обладает достаточным набором инструментов для работ с картами и не требует предварительного обучения для выполнения базовых операций, что делает ее востребованной среди специалистов, не имеющих навыков работы с ГИС.

Рабочие панели программы представлены следующим образом (рис. 3.1).

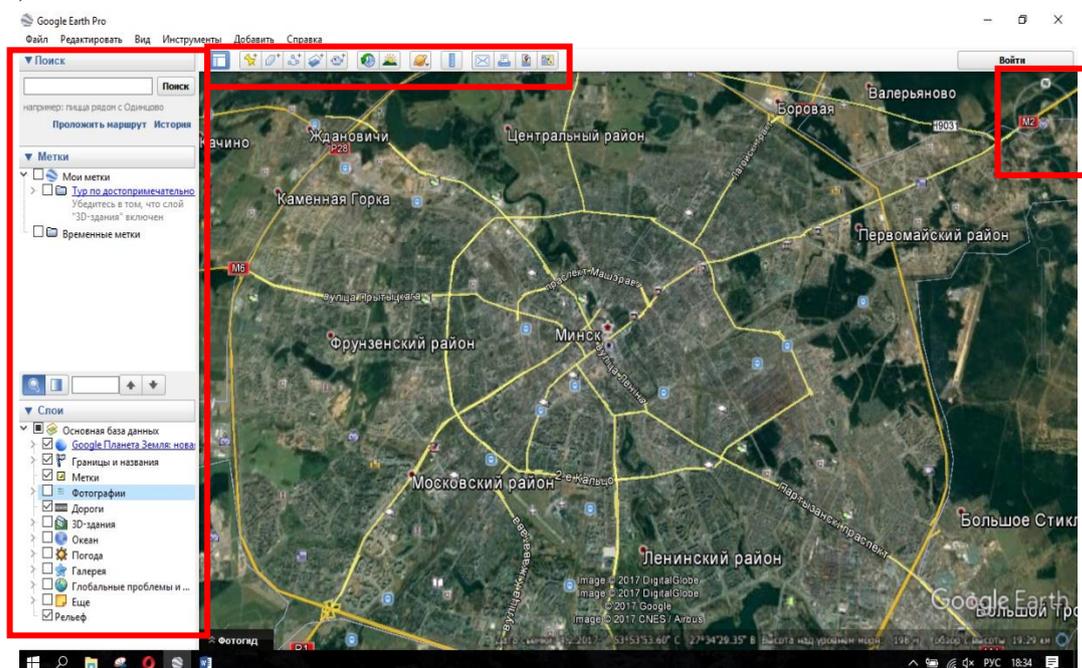


Рис 3.1 – Интерфейс Google Earth Pro

Верхняя панель – панель инструментов, содержит инструменты по добавлению меток, путей и полигональных областей, геопривязке изображения, просмотру архивных снимков, наборы инструментов для измерений и компоновки карты.

Боковая панель управляет слоями карты. В строке «Поиск» осуществляется поиск объектов по их названию или координатам. В панели «Метки» содержатся загруженные пользовательские данные: метки, полигональные области, KML-файлы, изображения и т.д.

Навигационная панель позволяет менять углы обзора, вращать и перемещаться по карте, осуществлять масштабирование.

В нижней части экрана предоставлена полезная информация – текущая широта и долгота, высота местоположения курсора, а также высота наблюдателя над местностью.

Шаг 2. Определить местоположение метки на карте можно, нажав кнопку «Создать метку» кнопкой . Создайте метку местоположения факультета географии и геоинформатики (рис. 3.2).

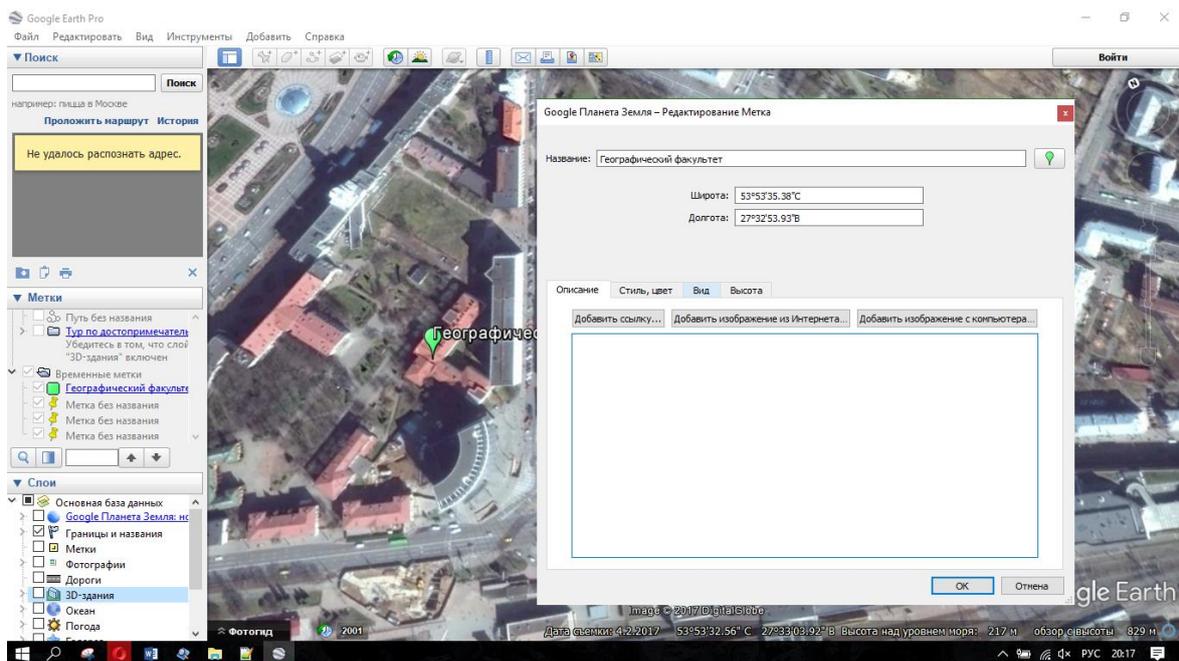


Рис. 3.2 – Окно редактирования метки

В открывшемся окне можно указать имя метки, её координаты и указать дополнительные свойства.

Изменить стиль метки можно, нажав на значок рядом со строкой названия метки.

Измените стандартную желтую метку на любую другую.

Шаг 4. Можно также изменить представление метки. Во вкладке «Описание» нажмите кнопку «Добавить ссылку» и укажите адрес сайта факультета.

Шаг 5. Прикрепите к метке фотографию, добавив изображение «Korp.jpg» из папки с данными для работы (рис. 3.3).

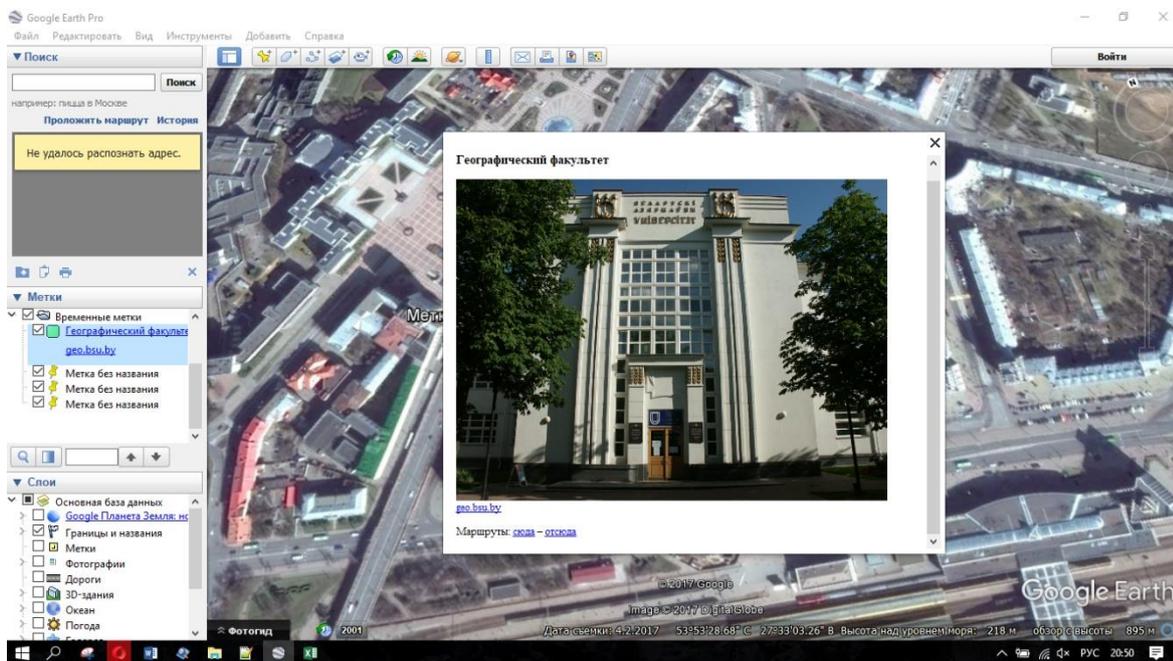


Рис. 3.3 – Фотография метки

Шаг 6. Во вкладке «Стиль, цвет» можно изменить параметры отображения метки и её подписи.

Вы также можете сделать собственное оформление для свойств метки. Удалить из вкладки «Описание» все строки, и добавьте HTML-код следующего содержания:

```
  
<br>  
<a href="http://geo.bsu.by">Сайт ФГиГ БГУ</a>  
<p>  
<b>Год основания:</b> <i>1931</i></b>  
<p>  
<b>Адрес:</b>г. Минск, ул. Ленинградская, 16
```

В этом коде первая строка отвечает за путь к изображению – тег **** (атрибут **src**) и его размер по горизонтали в пикселах (атрибут **width**).

Тег **<p>** начинает новый абзац. Тег **
** устанавливает перевод строки в том месте, где этот тег находится. В отличие от тега абзаца **<p>**, использование тега **
** не добавляет пустой отступ перед строкой.

Тег **** устанавливает жирное начертание шрифта, **<i>** - курсив.

Тег **<a>** предназначен для создания ссылок. В зависимости от присутствия атрибутов `name` или `href` тег **<a>** устанавливает ссылку или якорь. Якорем называется закладка внутри страницы, которую можно указать в качестве цели ссылки. При использовании ссылки, которая указывает на якорь, происходит переход к закладке внутри веб-страницы.

Шаг 7. Добавьте или измените строки:

ФИО декана факультета в виде «*Декан: ФИО*»

Замените снимок фасада здания факультета на герб факультета (файл Geo.jpg) с размером в 256 пикселей

Добавьте ссылку на страницу факультета на сайте БГУ.

Шаг 8. Таким же образом, как вы создали мету, создайте полигональную область вокруг дворика БГУ.

Шаг 9. Сохраните созданные метку и полигональную область как KML-файл через меню *Файл* → *Сохранить* → *Сохранить местоположение как...*

KML – это формат файлов, который используется для отображения географических данных в геобраузерах, таких как Google Планета Земля, Google Карты и мобильных приложениях, например Maps.me. KML создан на основе стандарта XML и использует основанную на тегах структуру с вложенными элементами и атрибутами.

Самые простые KML-документы можно создавать прямо в интерфейсе Google Планеты Земля. Можно создавать и изменять метки, наложения на земную поверхность, пути и полигональные области.

Примером простого KML-файла является файл «Главный корпус.kml». Откройте его с помощью любого текстового редактора и проанализируйте код:

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<kml xmlns="http://www.opengis.net/kml/2.2"
xmlns:gx="http://www.google.com/kml/ext/2.2"
xmlns:kml="http://www.opengis.net/kml/2.2"
xmlns:atom="http://www.w3.org/2005/Atom">
  <Document>
```

```
<Placemark>
  <name>Главный корпус</name>
  <Point>
    <coordinates>27.54692048044161,
      53.89393138129773,0</coordinates>
  </Point>
</Placemark>
</Document>
</kml>
```

Рассмотрим структуру этого файла.

1. *Заголовок XML*: с него начинается каждый KML-файл. Перед заголовком не должно быть символов или пробелов.

2. *Декларация пространства имен KML*: вторая строка каждого файла формата KML в версии 2.2.

3. Объект *Placemark*, содержащий следующие элементы:

name – имя, которое используется в качестве ярлыка метки;

description – описание, которое отображается во всплывающем окне, привязанном к метке;

4. Объект *Point* – координаты, определяющие положение метки на земной поверхности (*долгота и широта*, иногда также *высота*).

В KML-коде элемент <Placemark> может содержать один или несколько геометрических элементов, таких как ломаные линии (LineString), многоугольники (Polygon) или модели (Model).

KML-файлы и связанные с ними изображения можно сжимать в KMZ-архивы с помощью ZIP-архиваторов.

Шаг 10. Отредактируйте файл таким образом, чтобы метка отображала местоположение геостанции «Западная Березина».

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Опишите структуру XML-файла.
2. Какие возможности символизации доступны пользователю Google Earth Pro?
3. В чем различие .kml и .kmz файлов?
4. Какие типы геометрии поддерживают .kml и .kmz файлы?

Практическая работа 4 ГЕОКОДИРОВАНИЕ В Google Earth Pro

Цель: освоение навыков работы с инструментами геокодирования в Google Earth Pro.

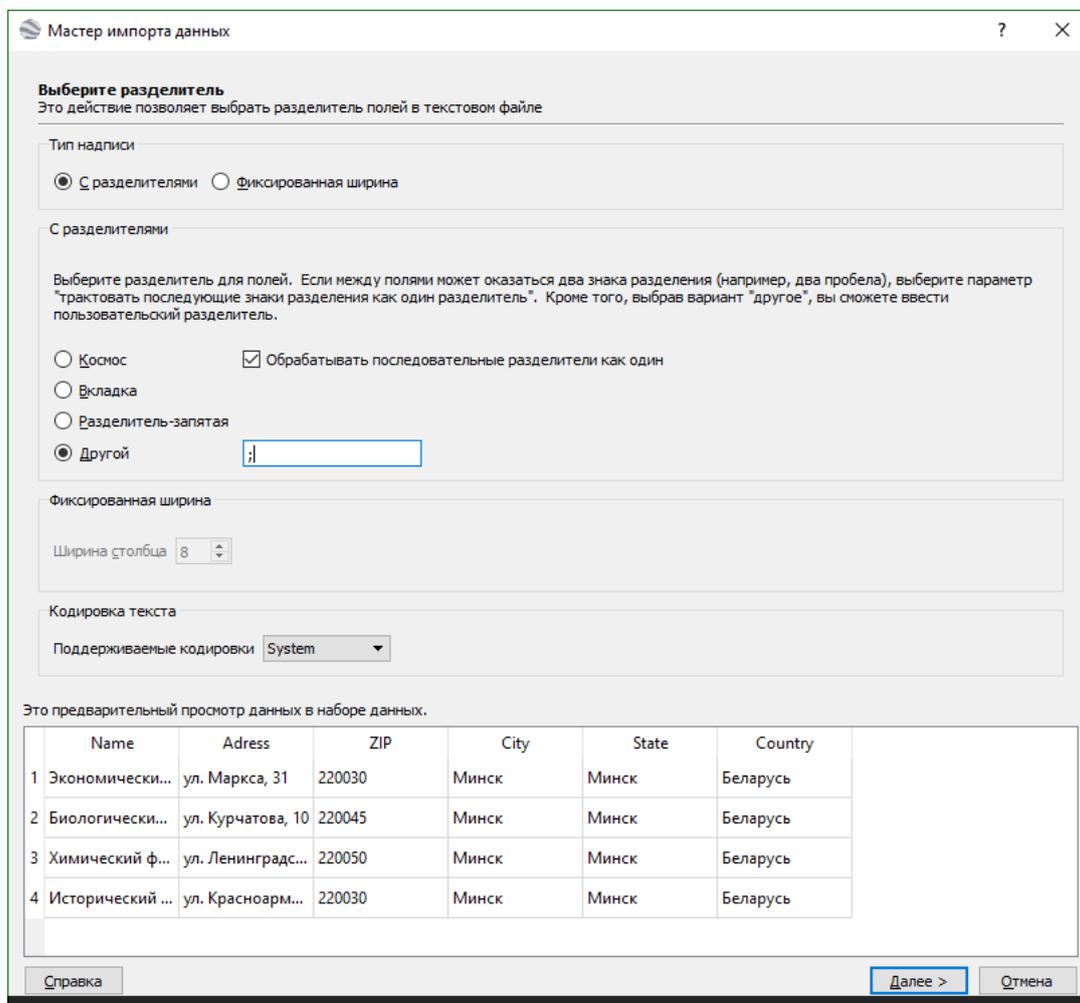
Исходные данные:

файл адресов Факультеты.csv

ХОД ВЫПОЛНЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ

Шаг 1. Google Earth позволяет осуществлять геокодирование адресов на основе собственной адресной базы. В этом упражнении вы добавите на карту несколько факультетов БГУ.

Для начала импортируйте файл адресов Факультеты.csv из папки с данными с помощью команды *Файл* → *Импорт*. Откроется Мастер импорта данных (рис. 4.1).



Мастер импорта данных

Выберите разделитель
Это действие позволяет выбрать разделитель полей в текстовом файле

Тип надписи
 С разделителями Фиксированная ширина

С разделителями
Выберите разделитель для полей. Если между полями может оказаться два знака разделения (например, два пробела), выберите параметр "трактовать последующие знаки разделения как один разделитель". Кроме того, выбрав вариант "другое", вы сможете ввести пользовательский разделитель.

Космос Обрабатывать последовательные разделители как один
 Вкладка
 Разделитель-запятая
 Другой ;

Фиксированная ширина
Ширина столбца 8

Кодировка текста
Поддерживаемые кодировки System

Это предварительный просмотр данных в наборе данных.

	Name	Adress	ZIP	City	State	Country
1	Экономически...	ул. Маркса, 31	220030	Минск	Минск	Беларусь
2	Биологически...	ул. Курчатова, 10	220045	Минск	Минск	Беларусь
3	Химический ф...	ул. Ленинград...	220050	Минск	Минск	Беларусь
4	Исторический ...	ул. Красноарм...	220030	Минск	Минск	Беларусь

Справка Далее > Отмена

Рис. 4.1 – Мастер импорта данных

Шаг 2. Адреса представлены в виде csv-файла, где столбцы данных разделены знаком «;». Таким образом, в качестве разделителя укажите точку с запятой. Остальные значения оставьте по умолчанию.

Шаг 3. В новом окне укажите, что файл содержит адреса, а не координаты.

Шаг 4. Далее укажите поля, по которым будет производиться геокодирование. Отметьте, что наши адреса состоят из нескольких полей (рис. 4.2).

Мастер импорта данных

Этот набор данных содержит одно поле адреса.
Каждое значение может восприниматься как адрес в одной строке

Адреса разбиваются на несколько полей
Напр., улица и дом, город, штат и/или почтовый индекс, страна
Также можно указать значения по умолчанию для города, индекса и страны в том случае, если данные содержат только неполные адреса

Выбрать поле (поля) адреса

Поле адреса: Нет данных

Поле улицы: Address

Поле города: ZIP используйте стандартное значение

Поле состояния: State используйте стандартное значение

Поле почтового индекса: ZIP используйте стандартное значение

Поле страны: Country используйте стандартное значение

Это предварительный просмотр данных в наборе данных.

	Name	Address	ZIP	City	State	Country
1	Экономически...	ул. Маркса, 31	220030	Минск	Минск	Беларусь
2	Биологически...	ул. Курчатова, 10	220045	Минск	Минск	Беларусь
3	Химический ф...	ул. Ленинградс...	220050	Минск	Минск	Беларусь
4	Исторический ...	ул. Красноарм...	220030	Минск	Минск	Беларусь

Справка < Назад **Далее >** Готово Отмена

Рис. 4.2 – Настройки импорта

Шаг 5. Далее создайте и сохраните шаблон отображения адресов. Укажите поле с именами меток, остальные параметры представления измените по своему усмотрению (рис. 4.3).

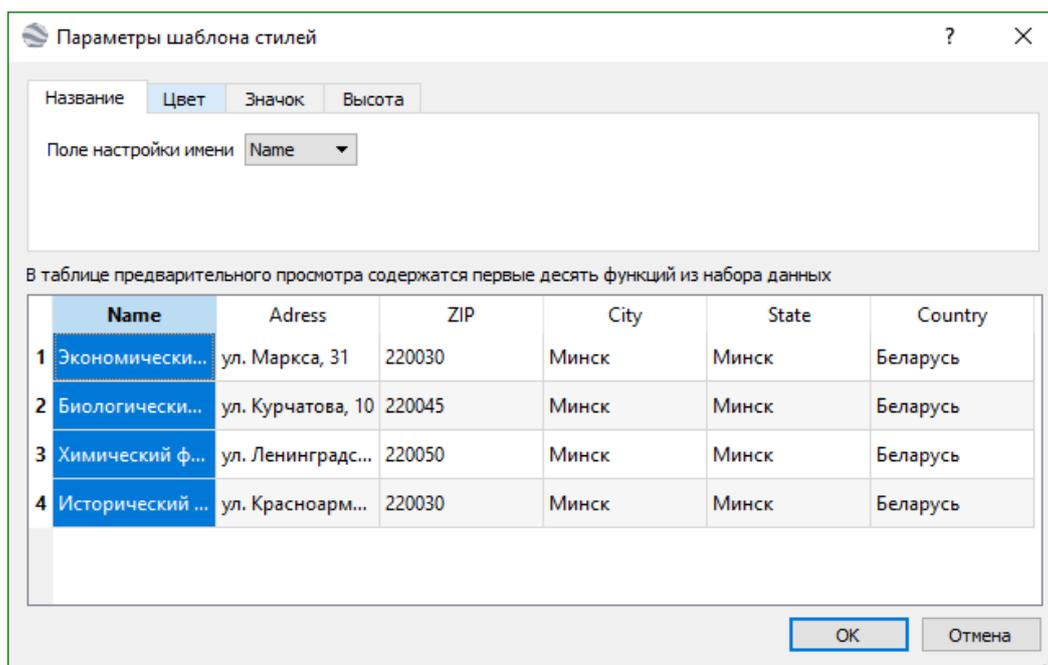


Рис. 4.3 – Параметры шаблона стилей

Шаг 6. Адреса факультетов БГУ теперь показаны метками на карте. Проверьте правильность их местоположения по другим ресурсам: OpenStreetMap, Яндекс.Карты и др.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Что заключается процесс геокодирования?
2. Какие способы геокодирования доступны пользователю Google Earth Pro?
3. На основе данных из открытых источников составьте перечень учреждений культуры (спорта, образования – на выбор) для того города, где вы родились, отобразите их на карте с помощью инструментов геокодирования.
4. С чем могут быть связаны ошибки при геокодировании? Приведите примеры.

Практическая работа 5 КОМПОНОВКА В Google Earth Pro

Цель: знакомство с простейшими способами оформления карт в Google Earth Pro.

Исходные данные:

- список туристических объектов Беларуси.

ХОД ВЫПОЛНЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ

Шаг 1. Нанесите на карту метку одной из достопримечательностей Беларуси на ваш выбор и измените её символ. На панели инструментов нажмите кнопку «Сохранить изображение».

Шаг 2. Для того, чтобы перевести вид карты в плановый режим, сбросьте угол наклона снимка с помощью команды *Вид – Сбросить – Наклон*.

Шаг 3. Создайте простейшую карту, где будут отображены ваши объекты. Нажмите кнопку «Отправить на печать». В открывшейся форме создайте карту-схему.

Шаг 4. Отредактируйте название макета и его описание. Обычно зарамочное оформление карты содержит справочные сведения о данном листе карты; сведения, дополняющие характеристику местности; данные, облегчающие работу с картой. Добавьте доступные вам элементы зарамочного оформления и другие элементы, включив необходимые элементы в параметрах карты: легенду, градусную сетку, стрелку севера, масштабную линейку, описание объекта (на основе HTML-разметки).

Шаг 5. В качестве элементов легенды доступны различные слои (рис. 5.1).

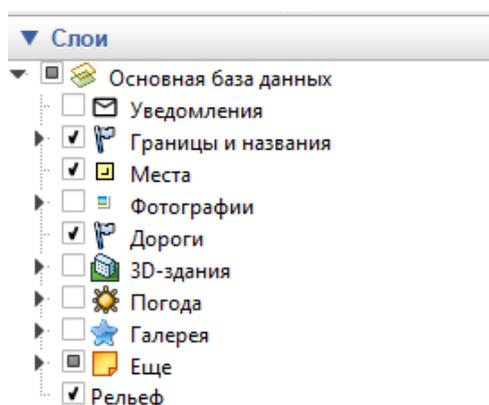


Рис. 5.1 – Слои

Шаг 6. С помощью панели «Слои» добавьте дополнительные объекты, например дороги и названия населенных пунктов (рис. 5.2).

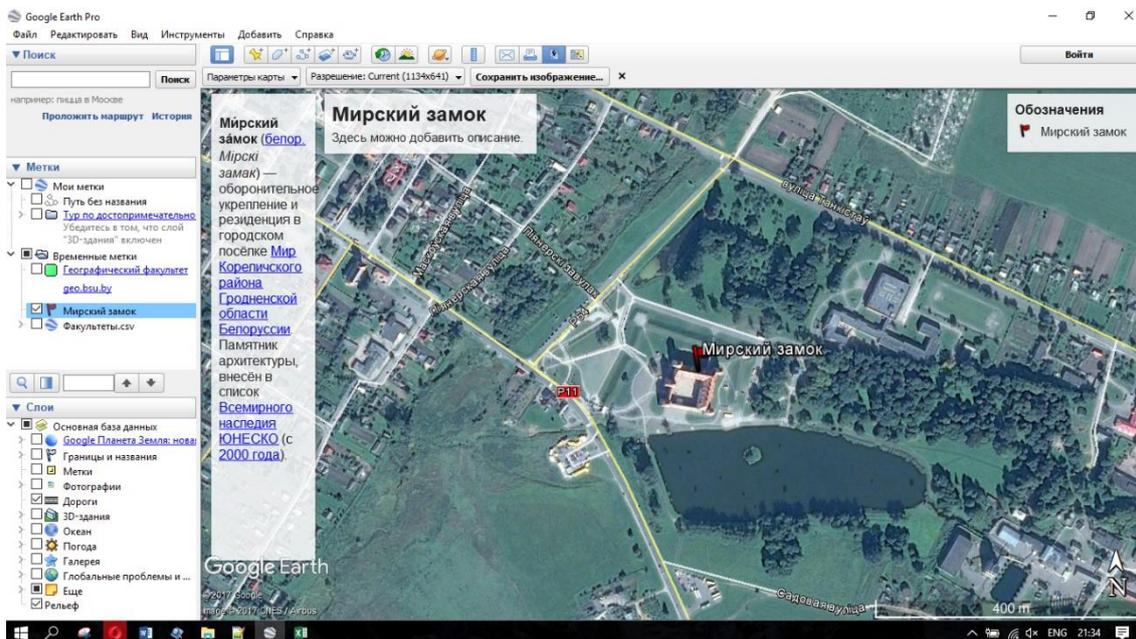


Рис. 5.2 – Параметры шаблона

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Что входит в элементы оформления карты?
2. Какие слои доступны в Google Earth Pro.
3. Создайте аналогичную карту-схему для одного из факультетов БГУ.

Практическая работа 6 **ГЕОПРИВЯЗКА В Google Earth Pro**

Цель: освоение навыков работы с инструментами геопривязки в Google Earth Pro.

Исходные данные:

- Топографическая карта г.Столбцы с00002-А-014-035-090.gif без рамки (рис. 6.1);
- файл разграфки планшетов топографических карт (33-40 зоны.kmz)

ХОД ВЫПОЛНЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ

Шаг 1. Для задания пространственной привязки изображению в Google Earth Pro необходимо знать координаты его углов (не путать с углами рамок трапеций и т.д.), поэтому у изображения рамки и зарамочное оформление заранее убрано.

Пространственная привязка – это использование координат карты для присвоения пространственных местоположений векторным объектам карты. У всех элементов слоя карты есть определенное географическое положение и экстендт, которые позволяют находить их местоположения на земной поверхности.

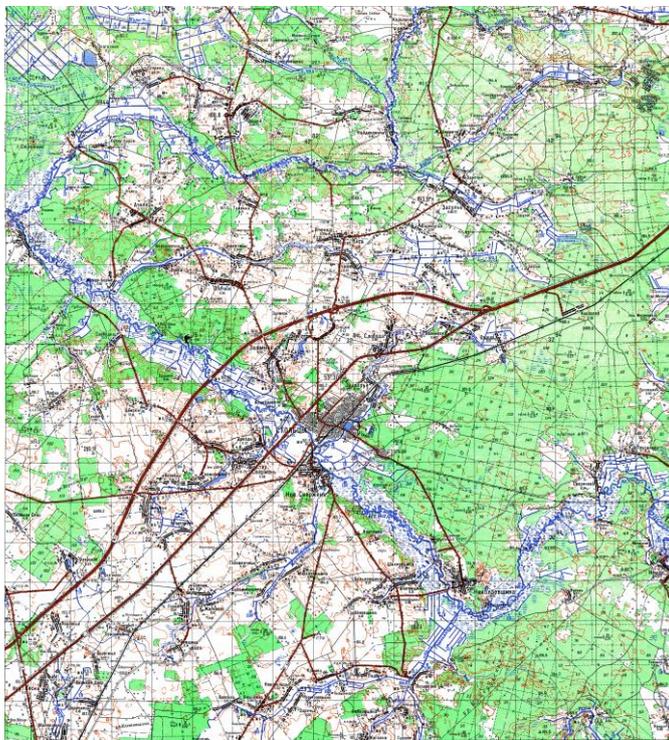


Рис. 6.1 – Топографическая карта без рамки

Шаг 2. На панели инструментов выберите пункт «Наложить изображение». В открывшемся окне укажите путь к топографической карте г. Столбцы (находится в папке с данными).

Шаг 3. На вкладке «Местоположение» укажите координаты рамки топографической карты (рис. 6.2):

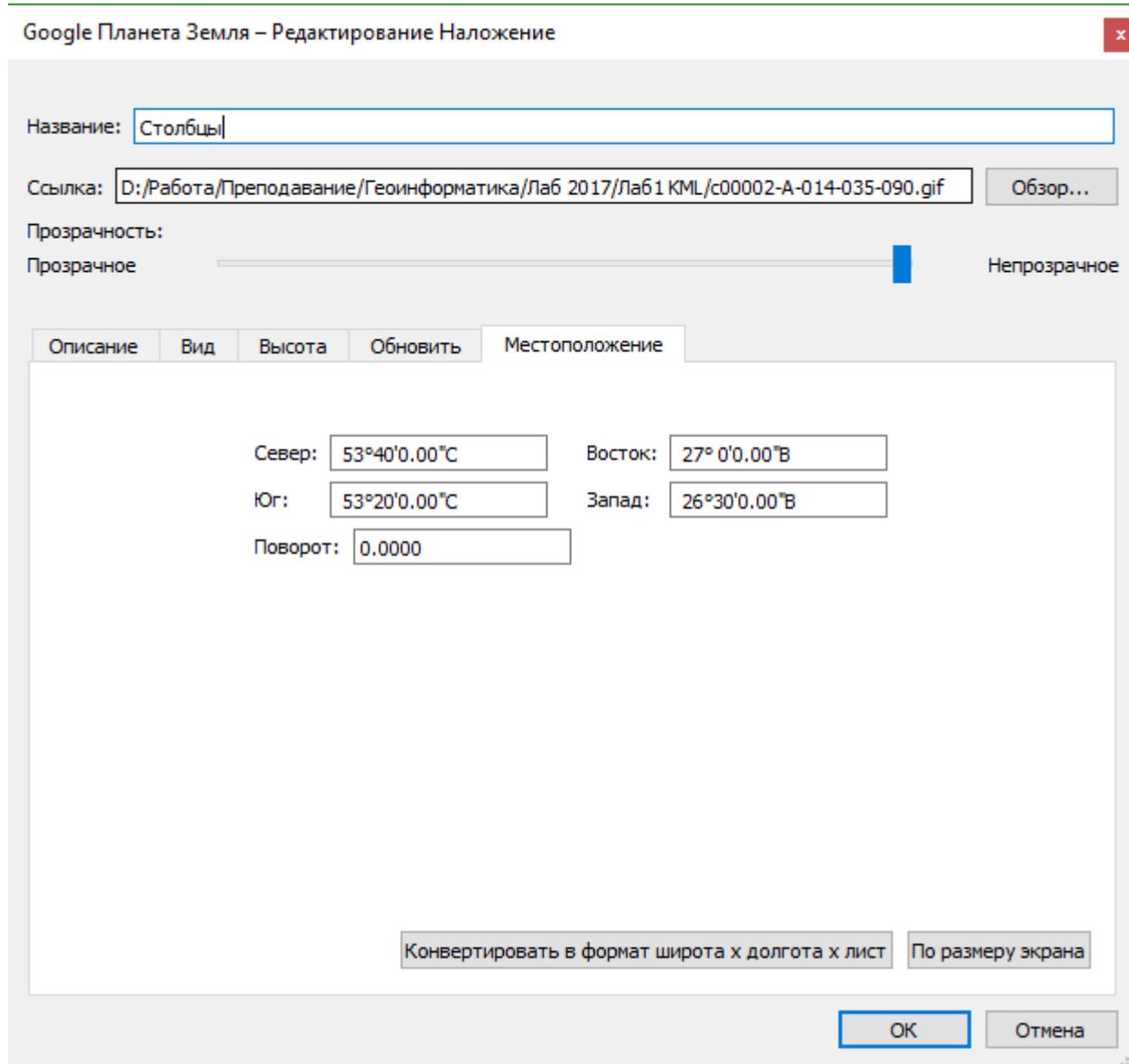


Рис. 6.2 – Редактирование наложения

Шаг 4. Добавьте файл разграфки планшетов топографических карт для 33-40 зоны СК42 (33-40 зоны.kmz). Оцените качество привязки, сделайте выводы. Определите координаты рамок, используя курсор, и исправьте параметры привязки.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. В какой проекции отображаются данные в Google Earth?
2. Для чего используются KML-файлы?
3. Какие способы геокодирования используются в Google Earth?
4. Назовите HTML-теги и их функции, которые вы использовали при выполнении работы.

Практическая работа 7 **ПОСТРОЕНИЕ ЦМР В ArcGIS**

Цель: освоение навыков создания ЦМР и объектов Terrain в ArcGIS.

Исходные данные:

- Облака точек .las;
- база данных .mdb с дополнительными классами пространственных объектов;
- методические рекомендации «Содержание и некоторые возможности использования данных, получаемых в процессе формирования ЦМР (матрицы высот) при изготовлении ортофотопланов в среде ArcGIS», РУП «Белпсхаги».

ХОД ВЫПОЛНЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ

Шаг 1. Вся информация сформирована в два файла (рис. 7.1):

 rnMinskij.las	20.07.2021 11:21	Файл "LAS"	784 042 КБ
 rnMinskij.mdb	20.07.2021 11:06	Microsoft Access ...	191 092 КБ

Рис. 7.1 – Исходные данные

Файл *.mdb – файл персональной базы геоданных ArcGIS (БГД) со следующим содержанием:

Gor – линейная тема. Горизонтали, созданные путём векторизации топографических карт, в пределах допустимой точности правильно описывающие рельеф. Фрагменты горизонталей вне допустимой точности удаляются в процессе редактирования рельефа.

Pnt – точечная тема. Точки, созданные путём векторизации подписей пикетов топографических карт в пределах допустимой точности правильно описывающие рельеф. Точки вне допустимой точности удаляются в процессе редактирования рельефа.

Elm – линейная тема. Структурные линии. Формируются в процессе редактирования рельефа в местах резких изгибов рельефа (верхние и нижние бровки дорог, оврагов, обрывов, карьеров и т.д.

Verega – линейная тема. Урезы воды водных объектов на момент проведения аэросъемки (не путать со средним межевым уровнем). Формируются в процессе редактирования рельефа путем векторизации урезков воды на реках, озерах, водохранилищах. Могут векторизоваться узкие ручьи

осевой линией, а также бровки крупных каналов и других канав при необходимости.

Most – линейная тема. Надстройки (мосты, эстакады). Формируются в процессе редактирования для обеспечения их отображения на ортофото-плане в ортогональной проекции (True Ortho). На больших мостах, особенно при наличии высоких перил или металлических арок могут быть вычерчены немного шире фактической ширины моста с одной или обеих сторон.

Form_Line – линейная тема. Структурные линии. Формируются в процессе редактирования рельефа в местах плавных изгибов рельефа, а также как вспомогательные технологические линии для укладки облаков точек на землю в лесах и в местах иной ДКР, в местах плотной застройки и т.д. Особого информативного значения не несут. На объектах, выполненных до 2018 года расположены на теме Elm.

Zalivka – точечная тема. Формируется во время редактирования для заполнения водной глади водоемов точками с отметкой уреза воды с целью корректного формирования матрицы высот, а также мест равнинных участков, где большое расстояние между горизонталями с целью исключения формирования дыр (пропусков) при построении ЦМР.

Все темы имеют координату Z.

Шаг 2. ArcGIS Desktop поддерживает работу с LAS-файлами, но систему координат необходимо указывать отдельно (рис. 7.2).

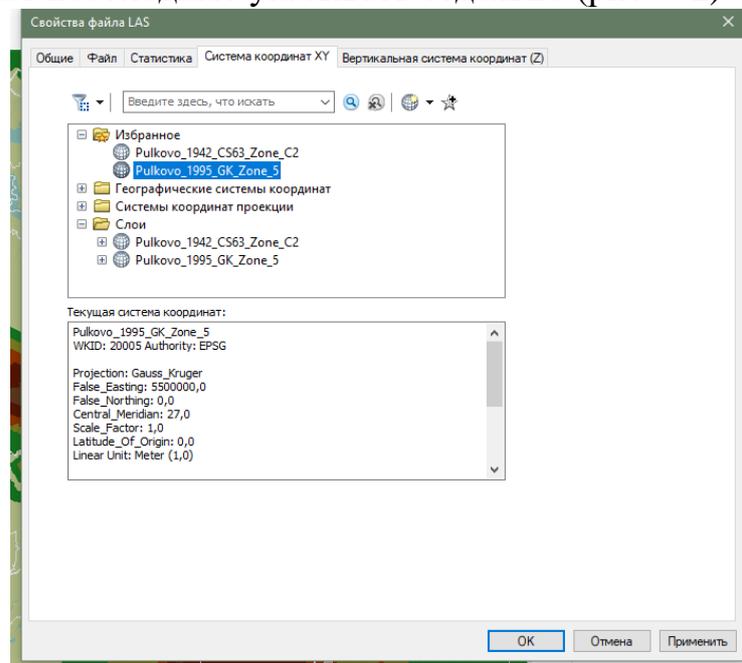


Рис. 7.2 – Настройка системы координат

Можно также указать полигон ограничения поверхности (область интереса), поскольку за пределами границ созданных ортофотопланов отображение рельефа будет неправильным.

Созданный набор можно подгружать в ArcMap и использовать, включая изображение горизонталей с любым сечением, уклонов, отмывки рельефа и т.д. Рекомендуется использовать как дополнительную информацию для дешифрирования при создании ЗИС городов, поскольку облако точек покрывает всю территорию города.

Шаг 3. Набор данных представления поверхностей (terrain) – это созданная на основе TIN поверхность с переменной разрешающей способностью, построенная на основе пространственных объектов БГД. Они обычно создаются лидарами или фотограмметрическими методами.

Наборы данных Terrain содержат участвующие в них классы объектов и правила. К обычным классам пространственных объектов, которые функционируют как источники данных для Terrain, относятся:

1) Мультиточечные классы пространственных объектов – облака точек LAS, созданные фотограмметрическим извлечением;

2) Линейные классы пространственных объектов, созданные на фотограмметрических станциях в стереоскопическом режиме – горизонталы, структурные линии;

3) Границы территории объекта, используемые для определения границ набора данных Terrain.

Правила набора данных Terrain контролируют, как используются объекты для того, чтобы определить поверхность. Правила также указывают, как класс пространственных объектов ведёт себя в разных масштабах.

Набор данных Terrain в БГД ссылается на исходные классы пространственных объектов. Он фактически хранит поверхность не как растр или TIN, а организовывает данные для быстрого поиска и производит поверхность TIN "на лету". Такая организация включает создание "пирамид Terrain", которые используются, чтобы быстро отыскать только необходимые данные для создания поверхности соответствующего уровня детализации (LOD – level of detail) для данной области интереса (AOI – area of interest) из БГД. Соответствующий уровень пирамид используется применительно к текущему масштабу отображения или может быть изменён пользователем в аналитических функциях так, чтобы выбранный уровень разрешения использовался для удовлетворения требований точности.

Шаг 3. Исходные данные загружаются в БГД. На каждую административную область создается отдельная БГД и набор данных. Порядок создания поверхности (Terrain) в ArcGIS:

1. Создать файловую или персональную базу ArcGIS (рекомендуется файловую) и набор классов объектов в требуемой системе координат.

2. Импортировать все темы из персональной БГД, содержащей элементы рельефа (перепроецировать при необходимости).

3. Используя инструмент геообработки Инструменты *3D Analyst/Конвертация/Из файла/LAS в мультиточки*. ArcGIS поддерживает LAS версий 1.0, 1.1, 1.2 и 1.3. (рис. 7.3);

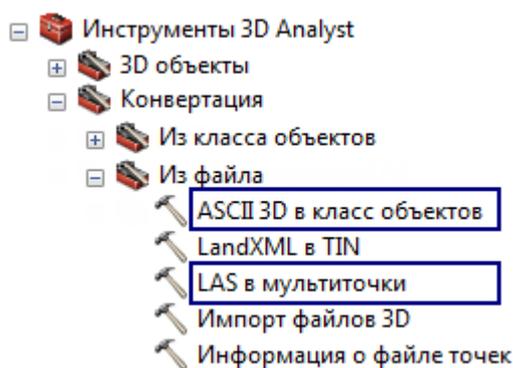


Рис. 7.3 – Настройка системы координат

Выбрать файл LAS, определить систему координат, выбрать расстояние между точками и указать путь к выходному SHP-файлу. Расстояние между точками рекомендуется выбирать 8 м для масштаба 1:10000 и 2 м для М 1:2000. Если ЦМР неизвестная, расстояние между точками можно посмотреть в свойствах созданного набора данных LAS. Систему координат выбирать ту, в которой файл LAS, а затем этот SHP перепроецировать в созданную БГД. В случае файловой БГД когда СК БГД и файла Las совпадают можно сразу указывать путь в набор созданной БГД:

Шаг 4. Дополнительно формируем полигональную тему ограничения поверхности и загружаем ее в созданную БГД. Тема формируется по границе трапеций изготовленных ортофотопланов (картограмму можно взять из отчета) или произвольно, если известна интересующая территория.

Шаг 5. Вызвать контекстное меню набора классов и выбрать *Новый – Terrain* (должен быть установлен и включён модуль 3D Analyst). Новый Terrain создается в том же наборе классов БГД, куда импортированы темы с элементами рельефа (рис. 7.4):

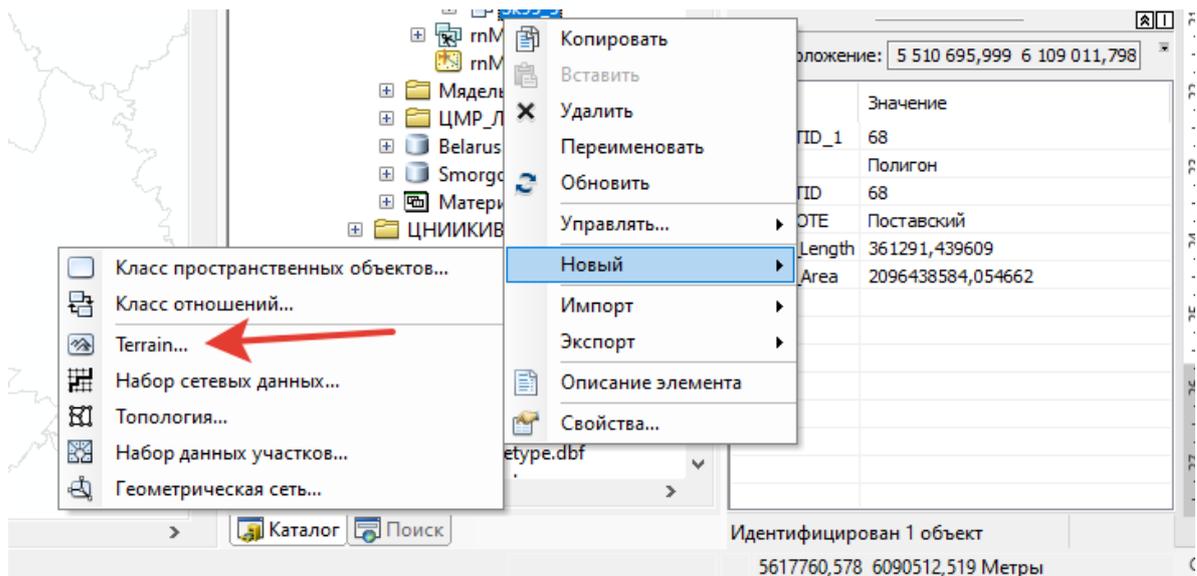


Рис. 7.4 – Настройка системы координат

Шаг 6. Выбрать необходимые участвующие элементы в наборе данных Terrain (тема Most не должна участвовать), снова задать расстояние между точками (рис. 7.5)

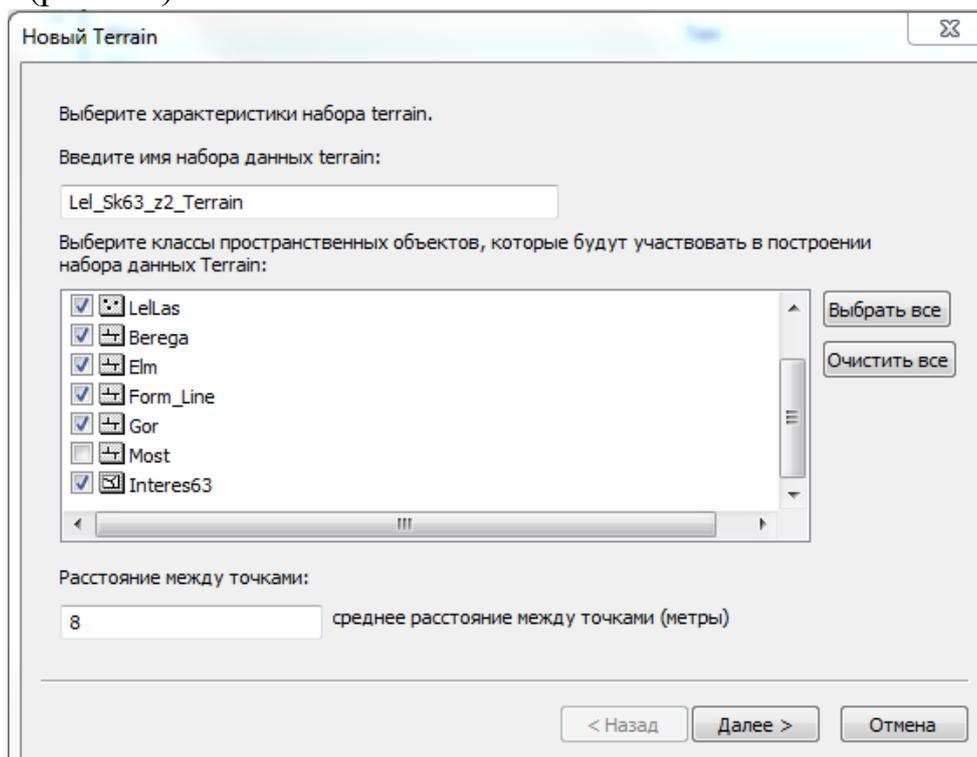


Рис. 7.5 – Настройка системы координат

В разделе характеристик классов объектов заполнить столбцы:

Источник высот – указать поле SHAPE, если это 3D объекты, иначе указать поле со значениями высот:

SFType – указать тип источников данных для построения Terrain:

Berega – резкая линия;

Elm – резкая линия;

Gor – нерезкая линия;

FormLine – нерезкая линия;

Pnt – облака точек;

Zalivka – облака точек;

LelLas – облака точек;

Interes63 – жёсткое вырезание.

Шаг 7. При нажатии кнопки Дополнительно появятся дополнительные столбцы с настройками (рис. 7.6).

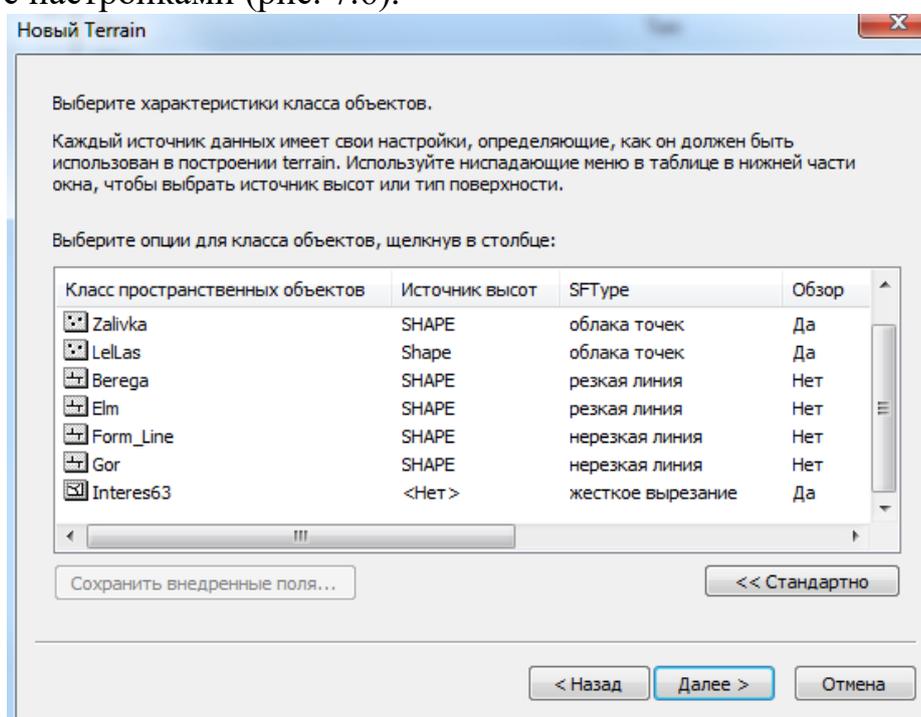


Рис. 7.6 – Настройка системы координат

Шаг 7. Продолжить с установками по умолчанию. В разделе уровни пирамидных слоёв Terrain добавить уровни пирамидных слоёв, или просто нажать *Вычислить свойства пирамид* (рис. 7.7). Завершить построение набора данных Terrain.

На предложение построить поверхность согласиться.

В итоге строится корректный вариант набора данных Terrain, без заполнения пустых пространств по краям:

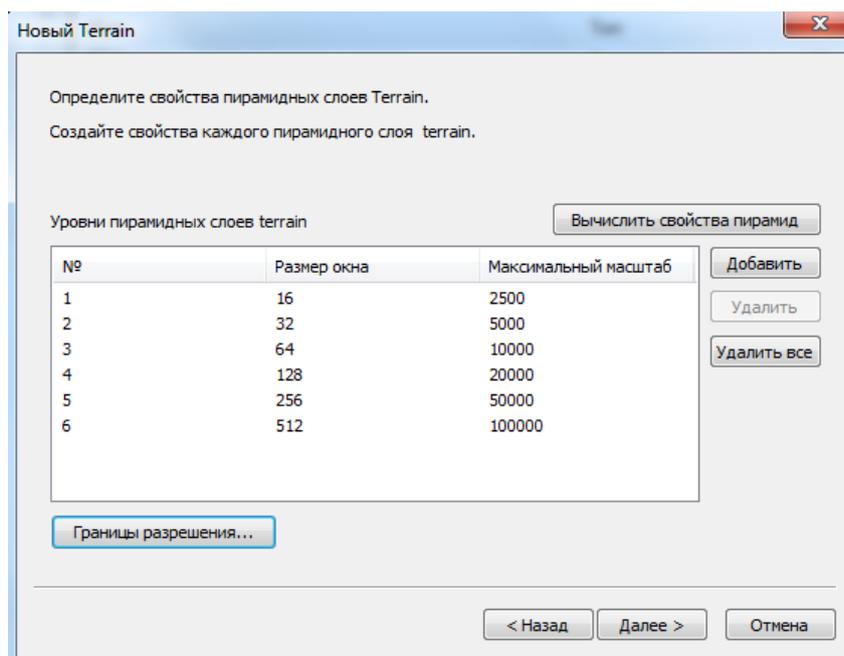


Рис. 7.7 – Настройка уровней пирамидальных слоев

Шаг 8. Созданный Terrain, подгрузив в ArcMAP, можно использовать для отображения рельефа аналогично описанному для набора данных LAS. Кроме того, можно выполнять различные построения и вычисления, используя утилиты ArcToolbox для поверхностей. Terrain можно экспортировать в TIN или растр и используя утилиты ArcToolbox для поверхностей такого типа (рис. 7.8).

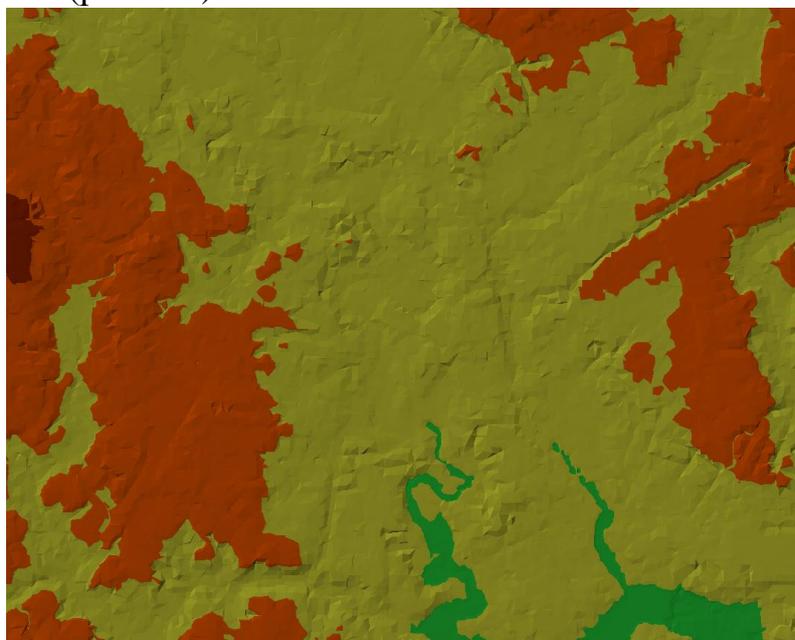


Рис. 7.8 – Созданный Terrain

Шаг 9. При работе с экраном можно включить изображение виртуальных горизонталей любого сечения. Но следует иметь в виду, что виртуальные горизонтали строятся по оригинальной поверхности (по первому уровню пирамид) только при большом увеличении (рис. 7.9):

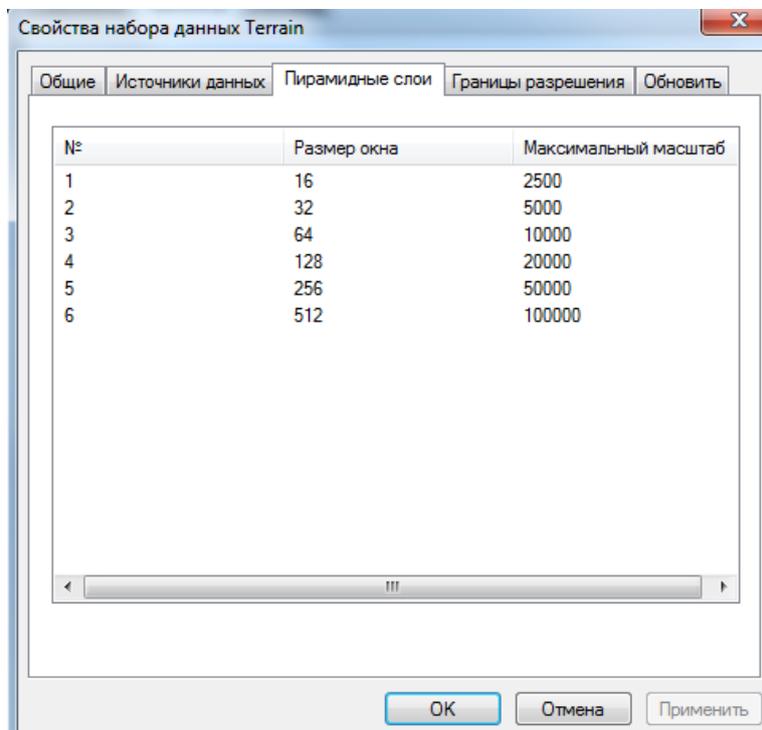


Рис. 7.9 – Свойства набора данных Terrain

При меньшем увеличении горизонтали строятся по точкам поверхности следующего уровня (т.е.) по разреженным точкам. Естественно, горизонтали будут весьма упрощенно описывать рельеф.

Поэтому часто бывает полезно построить физические горизонтали (создать линейную тему горизонталей). Используем инструмент геообработки *Инструменты 3DAnalyst – Триангулированная поверхность – Изолинии поверхности*:

До этого следует визуально оценить приемлемое сечение горизонталей для данной территории и учесть требования к точности описания рельефа для чего горизонтали будут использоваться.

При использовании персональной (не файловой) БГД надо создавать SHP.

Шаг 10. В поле интервал указываем сечение, в поле интервал индекса указываем, что каждая пятая горизонталь будет утолщенной. Уровень пирамидных слоев оставляем 0 (горизонтالي будут строиться по полному разрешению поверхности).

Скажем прямо, качество построенных горизонталей оставляет желать лучшего. Есть много топологических ошибок.

Созданная тема не имеет координаты Z, а отметка горизонтали в атрибутивной таблице. Если необходимо иметь Z надо воспользоваться утилитой (рис. 7.10):

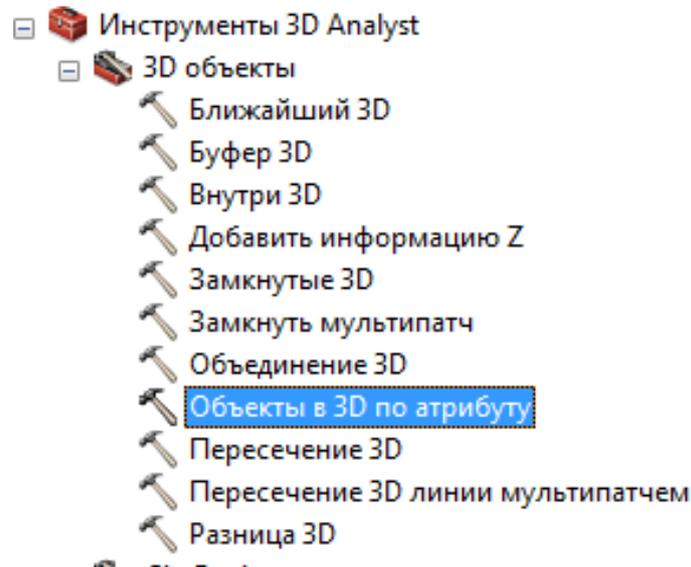


Рис. 7.10 – Объекты в 3D по атрибуту

При выводе на печать кроме горизонталей нужны пикеты с подписями. Для их создания используем утилиту (рис. 7.11):

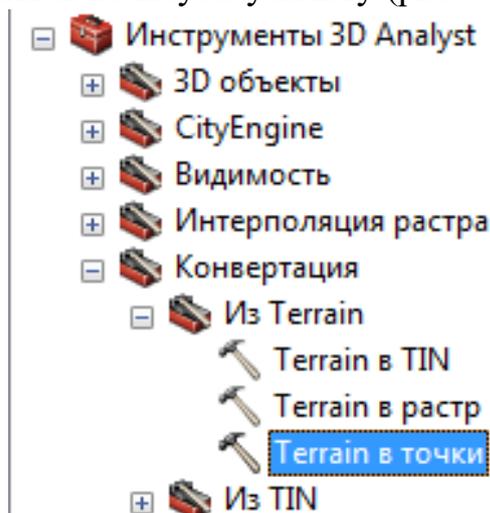


Рис. 7.11 – Terrain в точки

Создать точечную тему по предпоследнему уровню пирамид поверхности необходимо с параметрами как на рис.7.12.

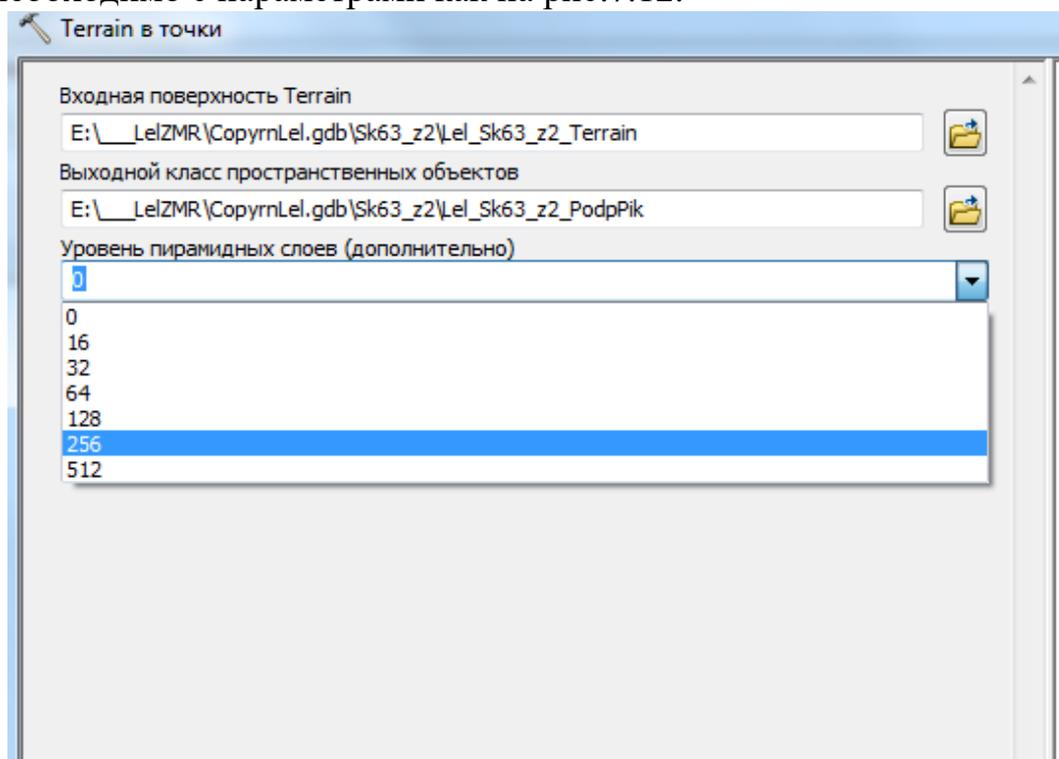


Рис. 7.12 – Terrain в точки (окно)

Если открыть таблицу атрибутов построенных горизонталей, то увидим, что много горизонталей длиной в несколько сантиметров. Даже горизонталь длиной 30 м это в масштабе 1:10000 круг диаметром менее 1 мм. Рекомендуется все горизонталю менее 40 м отправить в точки (утилита Объект в точку) и использовать как пикеты, а сами горизонталю удалить.

При работе с экраном не составляет проблем надписать горизонталю. Но при необходимости изготовления чертежа требуется корректное расположение подписей горизонталю. Можно воспользоваться следующей утилитой (рис. 7.13-7.14):

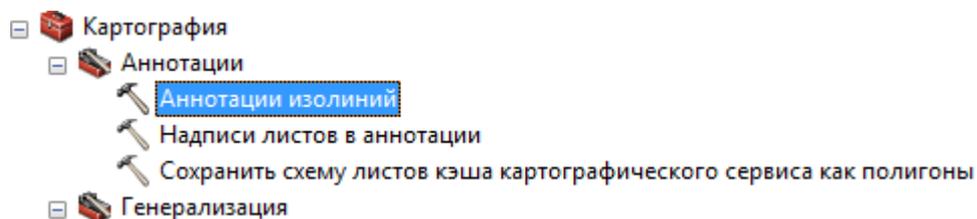


Рис.7.13 – Аннотации изолиний

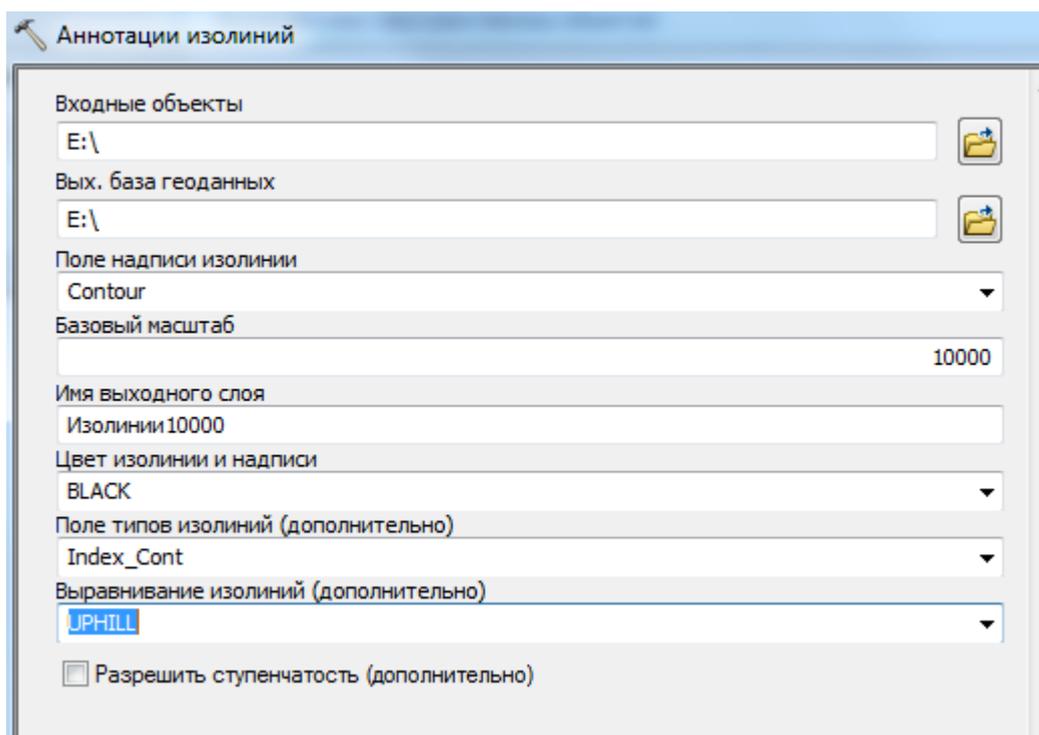


Рис. 7.14 – Аннотации изолиний (параметры)

Указать масштаб чертежа и в выравнивании изолиний выбрать UPHILL (чтобы верх текста подписи всегда был ориентирован в сторону увеличения высоты)

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Что такое наборы данных Terrain?
2. Для чего используются цифровые модели рельефа?
3. Какие методы и инструменты моделирования рельефа вы знаете?
4. Преобразуйте полученную модель рельефа и выполните анализ морфометрии рельефа: экспозицию, уклоны, кривизну (общую, профильную и плановую).

Учебное издание

Сазонов Алексей Александрович
Жуковская Наталья Викторовна

ПРОГРАММНОЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Практикум
для магистрантов факультета
географии и геоинформатики специальности
1-56 80 01 «Землеустройство, кадастры,
геодезия и геоматика (профилизация “геоматика”»)

В авторской редакции

Ответственный за выпуск *А. А. Сазонов*

Подписано в печать 28.10.2022. Формат 60×84/16. Бумага офсетная.
Усл. печ. л. 2,32. Уч.- изд. л. 2,16. Тираж 20 экз. Заказ

Белорусский государственный университет.
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 1/270 от 03.04.2014.
Пр. Независимости, 4, 220030, Минск.

Отпечатано с оригинал-макета заказчика
на копировально-множительной технике
факультета географии и геоинформатики
Белорусского государственного университета.
Ул. Ленинградская, 16, 220030, Минск.