



5. ОБРАБОТКА ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ, ПОЛУЧЕННЫХ С SENTINEL 2, В СРЕДЕ ГИС ArcGIS

Цель работы: закрепить навыки классификации данных дистанционного зондирования, используя базовые программные средства ArcGIS.

Задание работы:

- 1) закрепить навыки классификации изображений и работы с опцией Менеджер обучающей выборки;
- 3) выполнить классификацию растра, полученного с Sentinel-2A, по методу максимального подобия;
- 4) освоить методику постклассификационной обработки полученных данных.

Исходные данные для выполнения работы: результаты дистанционного зондирования, полученные спутником Sentinel-2A, охватывающие часть районов Могилевской и Витебской области Республики Беларусь и Смоленской области Российской Федерации. Получить подобные данные возможно на безвозмездной основе, пройдя простую процедуру регистрации на официальном сайте геологической службы США (USGS).

Классификация изображений – это процесс извлечения классов информации из многоканального растрового изображения. Растр, полученный в результате классификации изображения, можно использовать для создания тематических карт.

В **классификации изображений с обучением** используются спектральные сигнатуры, полученные из обучающих выборок. Процесс **классификации без обучения** находит спектральные классы (или кластеры) в многоканальном изображении без вмешательства аналитика.

При выполнении классификации изображений с обучением создается **обучающая выборка** – области изображения, представляющие различные классы для классификации с обучением. Обучающие выборки являются примерами классов в изображении, показывающими инструментам классификации, как классифицировать остальные пиксели. На рис. 1 представлена схема процесса классификации изображений.

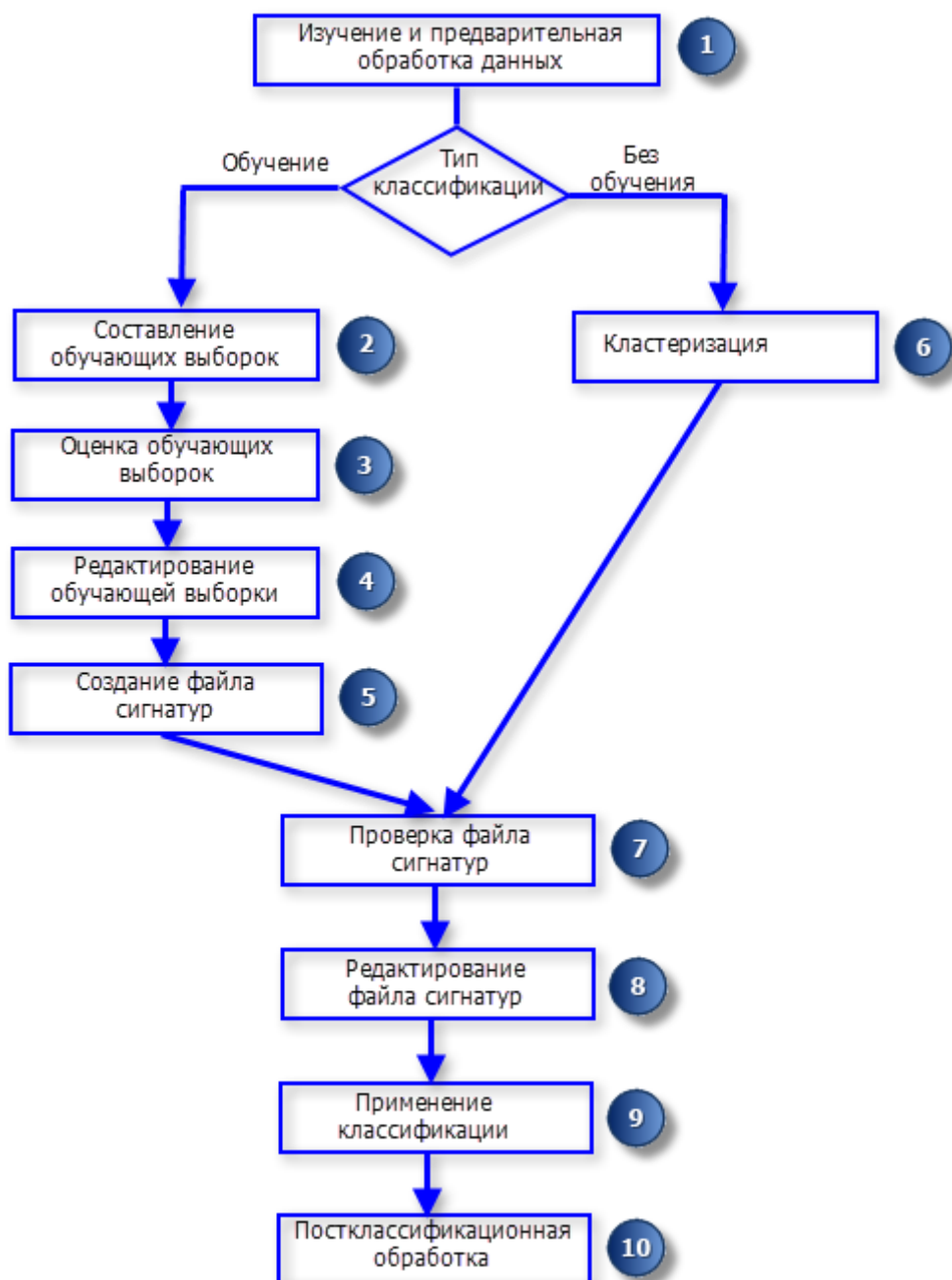


Рис. 1. Схема процесса классификации изображений

Выполнение работы:

Создать рабочую папку, войти в ArcMap и создать новый рабочий проект. Выбрать путь: Слои – Свойства фрейма данных – Системы координат и задать систему координат Pulkovo 1942 GK Zone 6.

Из рабочей папки LAB_4 с исходными данными, содержащей сцену, полученную с Sentinel-2A MSI L1C, загружаем в панель слоев слой SENT_COMP1.tiff. Мультиспектральная сцена Sentinel-2A MSI L1C с радиометрическим разрешением 12 бит/пиксель и пространственным разрешением 10-60 м/пиксель имеют следующие характеристики (табл. 1).

**Таблица 1. Характеристика мультиспектральной сцены
Sentinel-2A MSI L1C**

Название сцены	S2A_OPER_MSI_L1C_T36UUF_A01534 8_20180531T091456
Дата и время съемки	31.05.2018 г., 09:10
Радиометрическое разрешение, бит/пиксель	12
Пространственное разрешение, м/пиксель	10
Центральная длина волны, мкм:	
Канал 2	0,490
Канал 3	0,560
Канал 4	0,665
Канал 8	0,842
Пространственное разрешение, м/пиксель	10
Центральная длина волны, мкм:	
Канал 5	0,705
Канал 6	0,740
Канал 7	0,783
Канал 8а	0,865
Канал 11	0,1610
Канал 12	0,2190
Пространственное разрешение, м/пиксель	20
Центральная длина волны, мкм:	
Канал 1	0,443
Канал 9	0,940
Канал 10	0,1375
Пространственное разрешение, м/пиксель	60

Каналы сцены не нуждаются в радиометрической и геометрической коррекции значений пикселей и ортотрансформировании.

Sentinel-2 – семейство спутников дистанционного зондирования Земли Европейского космического агентства, созданное в рамках проекта глобального мониторинга окружающей среды и безопасности Copernicus. Спутники предназначены для мониторинга использования земель, растительности, лесных и водных ресурсов, также могут применяться при ликвидации последствий стихийных бедствий. Интервал повторения съемки – 5 дней (для двух спутников).

Первый спутник, Sentinel-2A, запущен 23 июня 2015 года. Запуск второго спутника, Sentinel-2B, произведён 7 марта 2017 года. В январе 2016 года с компанией Airbus Defence and Space подписан контракт на создание ещё двух спутников, Sentinel-2C и Sentinel-2D, которые будут запущены после 2021 года и обеспечат продолжение функционирования программы Copernicus.

Для классификации изображений в пределах растра используется функционал опции **Классификация изображений**. Для ее активизации необходимо щелкнуть правой кнопкой мыши в любом свободном месте на панели меню инструментов. Классификация изображений выполняется с помощью опции **Менеджер обучающей выборки** (рис. 2).

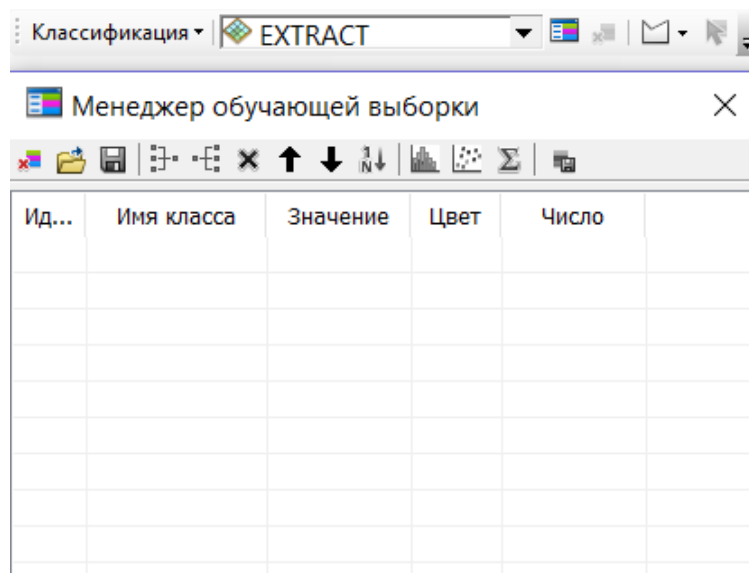


Рис. 2. Диалоговое окно менеджера обучающей выборки

Данная опция позволяет выбирать объекты, относящиеся к одному типу (например, лесные насаждения, водные объекты, поля без растительности) и объединять их для отображения единым классом.

Чтобы начать работу по классификации следует выбрать на панели **Классификация изображений** опцию **Нарисовать окружность** (полигон, прямоугольник) (рис. 3).

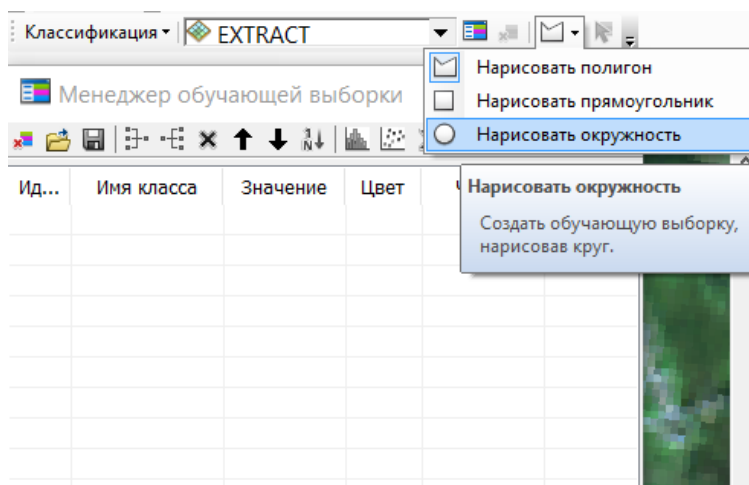


Рис. 3. Выбор опции «Нарисовать окружность»

Далее следует отмечать окружностями все объекты в пределах растра, относящиеся к одному классу. В результате в таблице **Менеджера обучающей выборки** появятся выбранные объекты (рис. 4).

Ид...	Имя класса	Значение	Цвет	Число
1	Class 1	1	Green	165
2	Class 2	2	Dark Grey	113
3	Class 3	3	Bright Green	160
4	Class 4	4	Pink	53
5	Class 5	5	Cyan	40
6	Class 6	6	Purple	106
7	Class 7	7	Dark Blue	35
8	Class 8	8	Light Green	88
9	Class 9	9	Yellow-Gold	28

Рис. 4. Диалоговое окно менеджера обучающей выборки с добавленными классами выбранных объектов

После выбора всех объектов, относящихся к классу, следует объединить их в один класс. Для этого выделяют все идентифицированные объекты в таблице и используют кнопку **Объединить обучающие выборки** на панели инструментов менеджера обучающей выборки (рис. 5).

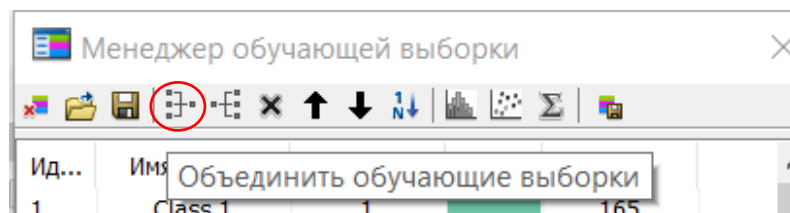


Рис. 5. Панель инструментов менеджера обучающей выборки

В результате объединения в таблице **Менеджера обучающей выборки** появится один класс объектов, которому следует дать соответствующее название и сохранить его в рабочую папку под этим же названием, используя кнопку **Сохранить обучающую выборку** (дискета слева) (рис. 6).

Ид...	Имя класса	Значение	Цвет	Число
1	Леса и лесные насаждения	1	Green	1510

Рис. 6. Диалоговое окно менеджера обучающей выборки с объединенными классами объектов

После идентификации, классификации и объединения объектов таблица менеджера обучающей выборки примет следующий вид (рис. 7).





Ид...	Имя класса	Значение	Цвет	Число
1	Водные объе...	9		73
2	Развитый ра...	17		1968
3	Слабо разви...	44		4238
4	Земли без р...	63		4981

Рис. 7. Окончательный вид таблицы менеджера обучающей выборки

После завершения классификации следует, используя кнопку **Создать файл сигнатур** (маленькая дискетка справа) на панели инструментов менеджера создать в рабочей папке файл SENT_COMP1.gsg.

Далее необходимо выбрать опцию **Классифицировать по методу максимального подобия** на панели Классификация изображений (рис. 8).

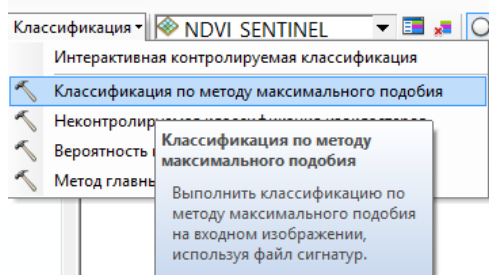


Рис. 8. Выбор метода классификации

В появившемся диалоговом окне следует задать соответствующие настройки. В частности, в поле **Входной файл сигнатур** следует задать созданный по результатам файл SENT_COMP1.gsg.

В результате выполненных действий и соответствующих настроек цвета отображения выделенных классов объектов будет получено следующее изображение (рис. 9).

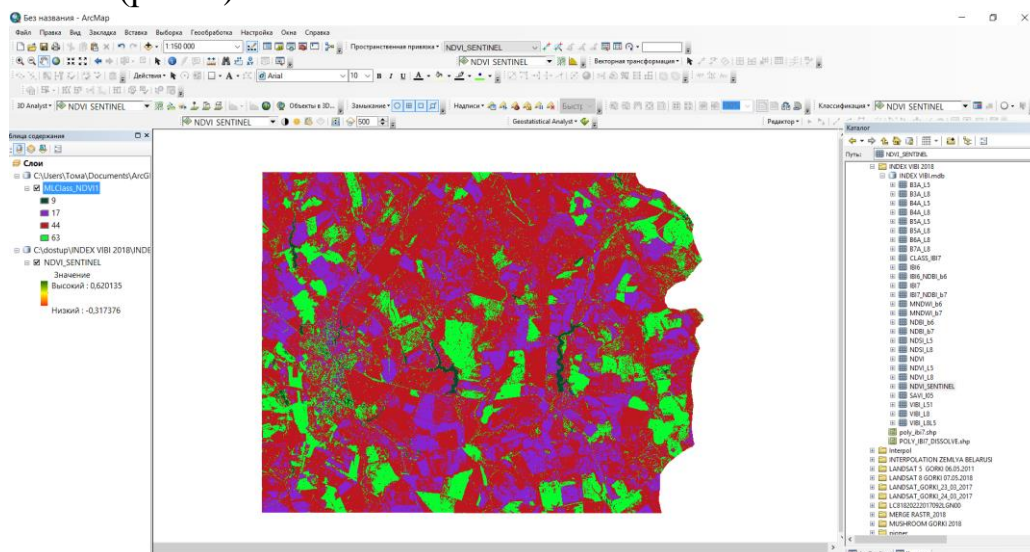


Рис. 9. Рабочее окно проекта с классифицированным растром

Далее необходимо выполнить ряд операций, позволяющих преобразовать растровые данные в векторные, определить площади классифицированных объектов и генерализировать полученные данные.

Сначала следует открыть атрибутивную таблицу полученного в результате выполненной классификации слоя MLCClass_SENT1 и добавить в нее поле NAME (текстовое), в котором прописать названия выделенных классов.

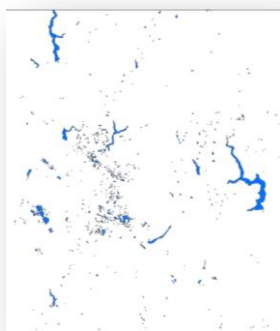
Далее выполняется преобразование растровых данных в векторные. Для этого используют возможности ArcToolbox и выбирают путь: **Конвертация – Из растра – Растр в полигоны**. В появившемся диалоговом окне задают соответствующие настройки.

После этого выполняется слияние полигонов по атрибуту. Для этого используют возможности ArcToolbox и выбирают путь: **Управление данными – Генерализация – Слияние по атрибуту**. В появившемся диалоговом окне задают соответствующие настройки. В атрибутивную таблицу полученного в результате слияния слоя добавляют два поля: поле SQUARE_HA (тип поля – long integer) поле PERSENT и (тип поля – long integer). Используя опцию **Вычислить геометрию** (вызывается щелчком правой кнопки мышки по названию поля, для которого планируется выполнить вычисления), вычисляют площадь в гектарах для каждого класса объектов.

Для вычисления процента площадей каждого класса объектов используют опцию **Статистика** (с ее помощью получают общую площадь классифицированных объектов) (рис. 15) и опцию **Калькулятор поля**, в диалоговом окне которой прописывают соответствующие выражение.

Следующим шагом является пересохранение выделенных классов объектов в виде отдельных слоев. Далее выполняют агрегирование полигонов. Для этого используют возможности ArcToolbox и выбирают путь: **Картография – Генерализация – Агрегировать полигоны**. В появившемся диалоговом окне задают соответствующие настройки.

На рис. 19 показано изображение векторного слоя с водными объектами до и после агрегации полигонов.



а)



б)

Рис. 10. Векторный слой с водными объектами до (а) и после (б) агрегации полигонов

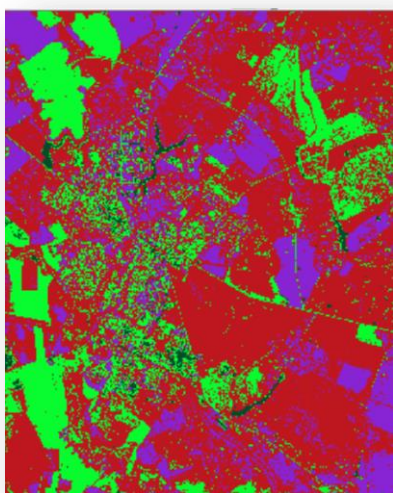
В классифицированных выходных данных могут присутствовать неправильно классифицированные отдельные пикселы или небольшие регионы (шум). Это придает выходным данным крапчатый или рябой вид. Постклассификационной обработкой называется процесс удаления шума и улучшения качества классифицированных выходных данных.

Дополнительный модуль ArcGIS Spatial Analyst предоставляет группу инструментов генерализации для выполнения постклассификационной обработки, включающей три этапа, на каждом из которых применяется один из инструментов Spatial Analyst из группы инструментов **Генерализация**:

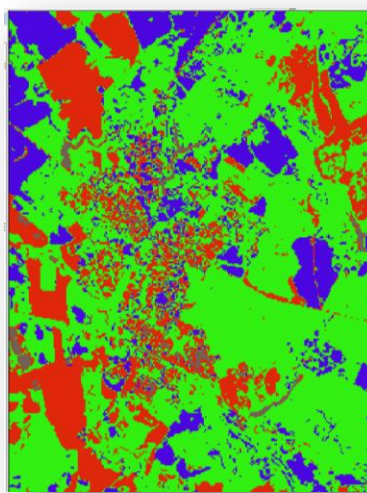
- фильтрация классифицированных выходных данных – на этом этапе из классифицированных выходных данных удаляются отдельные пикселы или шум с помощью инструмента **Фильтр большинства**;
- сглаживание границ классов и объединение классифицированных выходных данных – на этом этапе сглаживаются неровности границ классов, и классы собираются в одно целое с помощью инструмента **Удаление границ**;
- генерализация классифицированных выходных данных путем удаления небольших изолированных регионов – на этом этапе небольшие изолированные регионы переклассифицируются путем отнесения их к ближайшему классу; используются инструменты **Группировка**, **Установить ноль** и **Отсечение**.

Для удаления шума из полученного в результате классификации растра векторного слоя MLCClass_SENT1 используют возможности ArcToolbox и выбирают путь: **Инструменты Spatial Analyst – Генерализация – Фильтр большинства**. В появившемся диалоговом окне выполняют соответствующие настройки.

На рис. 11 показано изображение векторного слоя до и после применения фильтрации полигонов и удаления шума.



а)

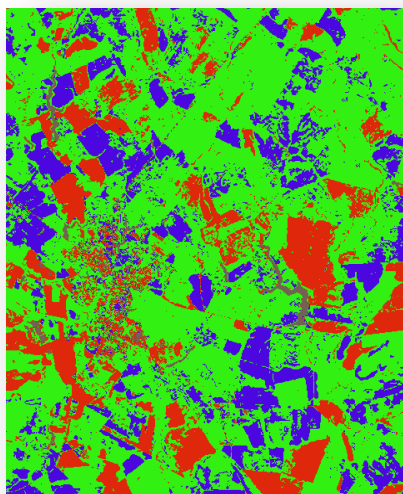


б)

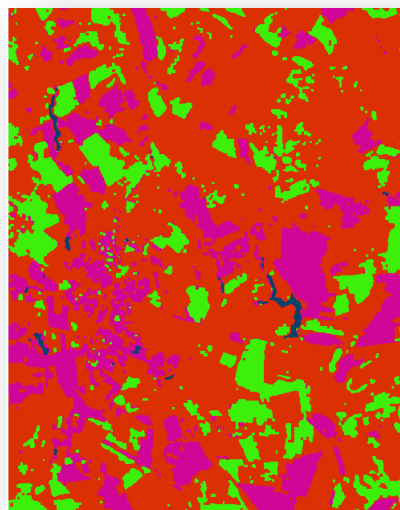
Рис. 21. Векторный слой до (а) и после (б) фильтрации полигонов

Для выполнения сглаживания границ полученного в результате классификации растра слоя `MLClass_SENT1` используют возможности ArcToolbox и выбирают путь: **Инструменты Spatial Analyst – Генерализация – Удаление границ**. В появившемся диалоговом окне выполняют соответствующие настройки. В поле **Входной растр** указывают растр, полученный после применения фильтрации, а не исходный, полученный после классификации.

На рис. 12 показано изображение векторного слоя до и после выполнения сглаживания границ.



а)



б)

Рис. 12. Векторный слой до (а) и после (б) сглаживания границ

Для выполнения группировки значений полученного в результате классификации растра слоя `MLClass_SENT1` используют возможности ArcToolbox и выбирают путь: **Инструменты Spatial Analyst – Генерализация – Группировка**. В появившемся диалоговом окне в поле **Входной растр** указывают растр, полученный после применения фильтрации и сглаживания, а не исходный, полученный после классификации.

Далее используют возможности ArcToolbox и выбирают путь: **Инструменты Spatial Analyst – Условия – Установить ноль**. В появившемся диалоговом окне в поле **Выходной растр значения «ложь» или константа** следует поставить 1. В поле **Входной растр** указать растр, полученный после применения группировки (в результате получено черно-белое изображение), а не исходный, полученный после классификации, либо фильтрации и сглаживания.

В результате будет получено изображение, при наложении которого на слой, полученный после классификации, фильтрации и сглаживания на черном фоне отобразятся цветные объекты – шумы, которые необходимо удалить (рис. 13).

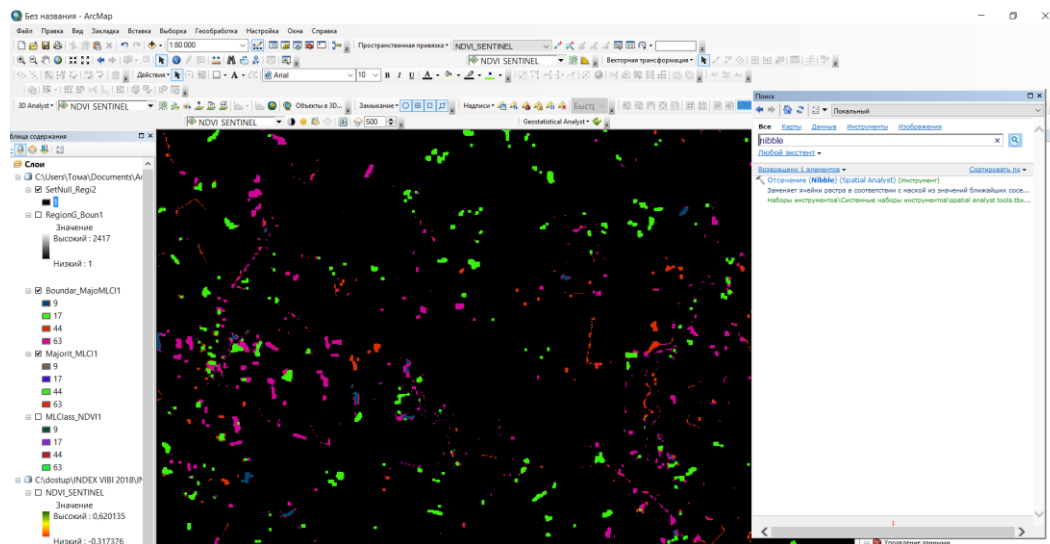
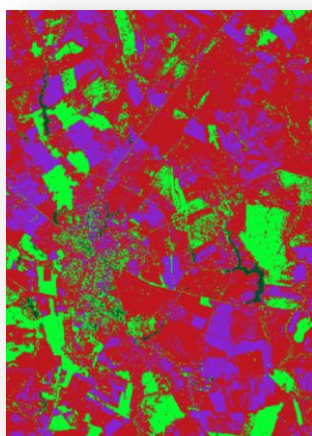
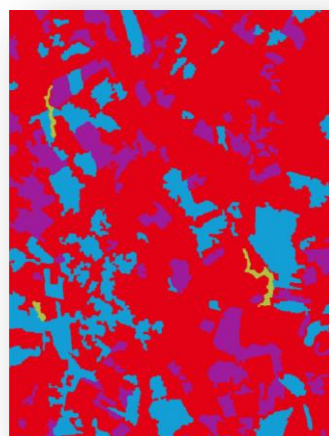


Рис. 13. Диалоговое окно проекта с изображением, полученным после применения опции «Установить ноль»

Для вырезания объектов-шумов используют возможности ArcToolbox и выбирают путь: **Инструменты Spatial Analyst – Генерализация – Отсечение**. В появившемся диалоговом окне выполняют соответствующие настройки. На рис. 14 показано изображение векторного слоя до и после выполнения постклассификационной обработки.



а)



б)

Рис. 28. Векторный слой до (а) и после (б) постклассификационной обработки

ЛИТЕРАТУРНЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ИСТОЧНИКИ:

1. Классификация изображений с помощью дополнительного модуля ArcGIS Spatial Analyst [Электронный ресурс] (название с экрана). – Режим доступа: <https://desktop.arcgis.com/ru/arcmap>.
2. Токарева О. С. Обработка и интерпретация данных дистанционного зондирования Земли: учебное пособие / О. С. Токарева. – Национальный исследовательский Томский политехнический университет. - Томск: Изд-во ТПУ, 2010. – 148 с.