Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)»

Аэрокосмический мониторинг

Учебно-методическое пособие



УДК 528.88 ББК 26.17 К44

> Издание доступно в электронном виде по адресу https://bmstu.press/catalog/item/7215/

Факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство » Кафедра «Лесоуправление, лесоустройство и геоинформационные системы»

Рекомендовано Научно-методическим советом МГТУ им. Н.Э. Баумана в качестве учебно-методического пособия

Коновалов, Л. А.

K44

Аэрокосмический мониторинг: учебно-методическое пособие / Л.А. Коновалов, Е.М. Митрофанов, С.И. Чумаченко, М.Д. Князева. — Москва: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2021. — 71, [3] с. : ил.

ISBN 978-5-7038-5657-4

Рассмотрены технологии по применению аэрокосмических методов для выполнения мониторинга лесопокрытых территорий с использованием геоинформационных систем. Описаны операции по приведению наборов растровых данных в единую систему, описаны основы визуального дешифрирования и векторизации аэрокосмических снимков, представлены типовые задачи топографического, динамического и экологического мониторинга.

Для студентов, изучающих дисциплину «Автоматизация дешифрирования данных дистанционного зондирования Земли».

УДК 528.88 ББК 26.17



Уважаемые читатели! Пожелания, предложения, а также сообщения о замеченных опечатках и неточностях Издательство просит направлять по электронной почте: info@baumanpress.ru

> © МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2021
> © Оформление. Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2021

ISBN 978-5-7038-5657-4

Предисловие

Дисциплина «Аэрокосмические методы в лесном хозяйстве» входит в учебные планы основных образовательных программ подготовки студентов МГТУ им. Н.Э. Баумана по направлениям подготовки «Лесное дело» (уровень бакалавриата). Она состоит из двух модулей, изучаемых в течение одного семестра. Студенты осваивают теоретический материал и выполняют практические занятия, способствующие получению практических навыков при обработке многозональных комических данных дистанционного зондирования в тематических растровых редакторах. Методика проведения практических занятий и контроль качества усвоения учебного материала в значительной степени определяются тем, что работа подобного рода, вписанная в модульную структуру, проводится на актуальных современных программных средствах.

Выполнение практического занятия предполагает формирование набора отчетных материалов и выполнение самостоятельной работы, подробно описанной в соответствующих разделах данного учебно-методического пособия. Процедура защиты практического задания включает демонстрацию результатов, навыков решения поставленной тематической задачи и ответы на теоретические вопросы. Положительная оценка при защите работы — «зачтено».

Учебно-методическое пособие представляет собой адаптированные методические указания по выполнению практических занятий курса «Космический мониторинг» (автор курса, читаемого в Московском государственном университете геодезии и картографии (МИИГАиК), — доцент кафедры «Природопользование» Леонид Анатольевич Коновалов).

Задача данного учебно-методического пособия пособия — общее ознакомление с методами аэрокосмического мониторинга с использованием свободно распространяемых ГИС, таких как Q-gis. Полученные навыки будут полезны тем специалистам, которые в качестве базовых данных для решения своих задач используют материалы дистанционного зондирования, получаемые посредством аэрокосмической съемки.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 1

Приведение наборов растровых данных к единой системе пространственных координат в географической информационной системе

Цель занятия: познакомиться с принципами пространственного совмещения наборов растровых данных в единой системе координат в географической информационной системе (ГИС) на примере программного обеспечения (ПО) Q-GIS и сформировать набор слоев для проекта с целью дальнейшего использования при решения мониторинговых задач.

Задание: научиться использовать базовый функционал ГИС для привязки аэрокосмических данных на цифровых топографических картах.

Наборы растровых данных активно используются в геоинформационных системах для решения самых разнообразных инженерных задач. Источниками растровых данных могут служить отсканированные бумажные картографические материалы, данные дистанционного зондирования и результаты их обработки, результаты работы алгоритмов по конвертации векторных слоев в растровые.

Если растровые данные получены сканированием бумажных карт (распространенный подход при решении задач отечественного лесного хозяйства в ГИС) с помощью таких специальных устройств, как фотограмметрические сканеры, то они не несут никакой информации о пространственной привязке. При этом каждый пиксел получаемого растрового изображения имеет координаты в системе координат снимка в пикселах. Примерами подобных данных могут служить лесоустроительные планшеты, планы лесных насаждений (рис. 1.1), абрисы полевых исследований и прочие материалы. Следует отметить, что в случае давно полученного исходного материала, некачественного оформления, несоблюдения условий хранения и применения сканирующей техники с недостаточно высокими тактико-техническими характеристиками (TTX) неизбежны искажения метрики изображаемых на растровом изображении объектов.

Иногда информация о местоположении, поставляемая вместе с наборами данных дистанционного зондирования, является недостаточно точной, что не позволяет корректно совместить ее с другими имеющимися в проекте наборами. Примером таких данных служат ортофотопланы, полученные в результате обработки съемки с неоснащенными системами RTK (Real Time Kinematic — кинематика реального времени) беспилотными летательными аппаратами без использования опорных опознавательных знаков (рис. 1.2).



Рис. 1.1. Пример плана лесного насаждения с нарушенной метрикой



Рис. 1.2. Пример расхождений координат объектов на космическом и авиационном снимках в системе координат проекции WGS-84

Следовательно, становится очевидным, что для совместного использования растровых данных, полученных из различных источников и в разных условиях, их следует привести к единой системе координат, корректно согласовав контуры. Картографическая система координат задается с помощью картографической проекции, т. е. способом проецирования поверхности Земли на плоскость. (Более подробно с принципами проецирования и свойствами различных картографических проекций можно ознакомиться в учебной литературе.) В процессе выполнения геометрических преобразований растровое изображение рассматривается в виде прямоугольной координатной сетки, в узлах которой находятся пикселы изображения. Координатами пиксела цифрового изображения являются номера тех столбца и строки, в которых он расположен.

Значение каждого пиксела на изображении строго привязано к определенному узлу прямоугольной координатной сетки в одной системе координат, поэтому при преобразовании изображения в другую систему координат эти узлы не обязательно совпадут с узлами новой прямоугольной сетки, так как исходная сетка будет трансформирована в процессе преобразования. (Более подробно с процедурами геометрической коррекции и приведения можно ознакомится в учебной литературе.)

При выполнении практического занятия будет рассмотрен наиболее распространенный способ привязки растровых данных на основе референц-изображения с использованием контрольных точек, расставляемых оператором в ручном режиме.

1. Постановка задачи и исходные данные.

Задачи:

1. Научиться загружать и визуально анализировать наборы растровых данных в ГИС.

2. Получить навыки выполнения привязки наборов растровых данных в ГИС посредством расстановки связующих точек в ручном режиме.

Исходные данные:

1. Космический снимок с пространственным разрешением 50 см/пиксел.

2. Авиационный снимок с пространственным разрешением 12 см/пиксел.

3. Топографическая карта масштаба 1:25 000.

Исходные данные находятся в архиве **AeroSpaceMon1.zip**, который прилагается к данному учебному пособию.

2. Загрузка проекта и визуальная оценка качества привязки его растровых слоев.

Откройте в Q-gis проект под названием **Проект QGIS.qgs.** В рабочем окне и списке слоев в левом нижнем углу рабочего интерфейса должны отобразиться растровые слои проекта (рис. 1.3). Проверьте набор этих слоев на соответствие — должны быть открыты аэрофотоматериалы (**Аэроснимок 12 см**), космические данные (**Космоснимок**) и отсканированная топографическая карта (**Топокарта 1:25 000**).

На первый взгляд, создается впечатление, что данные наборы данных уже взаимно согласованны. Однако это не так, точность привязки в данном проекте далека от идеальной. Чтобы убедиться в этом, выполните простую серию операций. Откройте контекстное меню слоя Космический снимок 50 см правой кнопкой мыши и зайдите в настройки (Properties). В окне настроек выберите графу Прозрачность и установите ползунок на 50 процентах (рис. 1.4).

Для визуальной оценки качества привязки обычно используются жесткие надежные контуры, минимально изменяющиеся с течением времени. Примером объектов такого рода могут служить участки дорожной сети с покрытием. Применив уже известные инструменты 😋 🗞 🔎 🔎, оцените, насколько качественно совмещены участки дорожной сети на космическом снимке и топографической карте. Найдите любой перекресток проезжих дорог и

Приведение наборов растровых данных к единой системе пространственных координат... 7



Рис. 1.3. Общий вид рабочего набора данных проекта

Q Свойства слоя —	- Космоснимок 50 cm Проз	рачность		×	S. S.	COLLEGE A
Q	▼ Global Opacity				開ビン デノモート	-T Have
💮 Информация			40,5 %	(1)		
🗞 Источник	▼ Значение «нет данных»				A Carton	
ኛ Стиль	Значение «нет данных» Дополнительное значение:	не определено			1 States	
Прозрачность	▼ Custom Transparency Op	tions			ALL A	A DAL
🔤 Гистограмма	Канал прозрачности Не зад	ан		~	North State	
🎸 Рендеринг	Прозрачные пиксели			_	A 186	Printer H
💼 Пирамиды	Красный	Зелёный	Синий Процент прозрачност	RN (B)	the fact of	MARKE .
📝 Метаданные				2	1 - K - K	- 1- 1/ X
— Легенда					1-1-1-1-19	R AL SA
🖾 QGIS Сервер					E E	1. S. Heir
					Se 11. 18	ALL BERL
					Ma f.	1 inc Siste
					No. A.	A COM
					2	New -
						ALLA

Рис. 1.4. Настройка прозрачности растрового слоя

с помощью инструмента **Измерить линию** оцените величину линейного несоответствия координат этой точки на растровых изображениях (рис. 1.5). Аналогичным образом оцените качество привязки аэрофотоснимка (**Аэро-снимок 12 см**) к топографической карте.

В результате визуального анализа можно сделать однозначный вывод о том, что растровые данные необходимо перепривязать. Важно отметить, что от качества пространственной привязки исходных данных будут сильно зависеть результаты их обработки для целей мониторинга.

3. Привязка растрового изображения с использованием модуля GDAL.

Запустите менеджер модулей Q-Gis (Главное меню –> Модули –> Управление модулями). Найдите вручную или с использованием поисковика модуль Привязка растров (GDAL) и активируйте его, поставив галочку в соответствующую графу. Запустите модуль из главного меню командой Растр -> Привязка



Рис. 1.5. Измерение линейной дистанции

растров. В рабочем окне утилиты откройте привязываемое растровое изображение из папки проекта **WV2_cosmos.tif** (рис. 1.6). Посмотрите информацию о растре, к которому производится привязка, и обратите внимание на его систему координат **EPSG:3785 – Popular Visualisation CRS / Mercator (deprecated) – Projected**.

Для начала командой **Файл -> Сбросить параметры привязки** обнулите уже имеющуюся привязку данного файла. Затем зайдите в **Параметры трансфор**мации 🥹 и установите целевую систему координат проекции, тип трансформации и метод интерполяции так, как это показано на рис. 1.7.



Рис. 1.6. Отображение привязываемого растра в рабочем окне утилиты

Приведение наборов растровых данных к единой системе пространственных координат... 9

Теперь можно приступать непосредственно к процессу расстановки соответствующих точек. Для этого используйте команду Добавить точку 🔀. Активируйте ее и укажите точку на привязываемом космическом изображении. В открывшемся меню активируйте опцию «С карты» и укажите ее на топографической карте (рис. 1.8). Обратите внимание, что параметры установленной точки отобразятся в специальной таблице. В зависимости от выбранного типа трансформации невязка создаваемой модели начнет рассчитываться после определенного числа набранных точек. Для полинома второго порядка это число равно 6. Добейтесь того, чтобы итоговая невязка по каждой из точек не превышала 6 м.

Запустите процесс кнопкой Начать привязку растра и проверьте получившийся результат, используя уже известную вам методику, а также путем изменения степени прозрачности растра-референса (рис. 1.9). Визу-

Тип трансформации Полиномиальная 2						
Метод интерполяции Целевая система координат		Ближайший сосед EPSG:3785 - Popular Visua $ imes $				
					Настройки целен	вого <mark>фа</mark> йла
Целевой растр	рсы — копия	/WV2_cosmos_modified.tif 🚳] [
Сжатие Только созд Использоват Установите	None ать world-фа ть 0 для проз ь целевое раз	йл (линейная трансформация) рачности при необходимости зрешение				
Сжатие Только созд Использоват Установите Горизонтальн	None мать world-фа ть 0 для проз ь целевое раз	йл (линейная трансформация) рачности при необходимости арешение 0,00000				
Сжатие Только созд Использоват Установить Горизонтальн Вертикальное	None ать world-фа ть 0 для проз ь целевое раз юе	йл (линейная трансформация) рачности при необходимости зрешение 0,00000 -1,00000				
Сжатие Только созд Использоват Установите Горизонтальн Вертикальное Отчёты	None ать world-фа гь 0 для проз ь целевое раз юе	йл (линейная трансформация) рачности при необходимости арешение 0,00000 -1,00000	•			
Скатие Только созд Использоват Установить Горизонтальн Вертикальное Отчёты Создать карту в	None нать world-фа ть 0 для проз ь целевое раз юе	йл (линейная трансформация) рачности при необходимости зрешение 0,00000 -1,00000				
Скатие Только созд Использоват Установить Горизонтальн Вертикальное Отчёты Создать карту в Создать отчёт в	None ать world-фа гь 0 для проз ь целевое раз осе в PDF	йл (линейная трансформация) рачности при необходимости зрешение 0,00000 -1,00000	× • • •			

Рис. 1.7. Параметры привязки растрового изображения

ально убедитесь в том, что трансформация растрового изображения прошла удовлетворительно (рис. 1.10). Сохраните полученный результат.



Рис. 1.8. Расстановка соответствующих точек



Рис. 1.9. Результат перепривязки растрового изображения космического снимка на основе слоя топографической карты



Рис. 1.10. Проверка качества привязки по твердым контурам

Контроль

Практическая часть занятия считается успешно выполненной, если обучающийся представит преподавателю качественно привязанный растровый файл космического снимка с приложенной таблицей невязок по каждой отдельной контрольной точке.

Самостоятельная работа

Самостоятельно проведите аналогичную работу по привязке для аэрокосмического изображения из набора исходных данных.

Контрольные вопросы и задания

1. Какие источники растровых данных вам известны?

2. Какие факторы могут повлиять на качество растровых данных при сканировании?

3. Что вы можете сказать о системе координат лесоустроительного планшета, оцифрованного фотограмметрическим сканером?

4. Какие операции нужно провести с растровыми данными из различных источников, чтобы стало возможной их совместная обработка в едином геоинформационном проекте?

5. Каким образом в Q-GIS можно регулировать порядок отображения растровых слоев в проекте?

6. Какими методами можно проверить расхождение контуров растровых данных в единицах измерения электронной карты?

7. Каким образом в Q-GIS можно сбросить имеющуюся у растрового изображения привязку?

8. Опишите общий алгоритм расстановки контрольных точек в Q-GIS.

9. Каким образом в Q-GIS можно сделать растровый слой прозрачным и в каких случаях эта функция используется?

10. Какими инструментами можно проверить внутреннюю сходимость процесса привязки растра?

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 2

Создание и редактирование объектов векторных слоев электронной карты в географической информационной системе

Цель занятия: изучить принципы создания векторных объектов электронной карты в современном программном обеспечении ГИС на примере функционала свободно распространяемого пакета Q-gis.

Задание: выполнить векторизацию объектов на цифровой топографической карте в ручном режиме.

Электронная карта представляет собой растровую, векторную и фрактальную карту, которая сформирована на машинном носителе информации в определенной проекции, системе координат и высот, условных знаков, и предназначена для решения расчетных и информационных задач различного рода. Межгосударственный стандарт дает определение электронной карте как цифровой картографической модели, визуализированной или подготовленной к визуализации на экране средствами отображения информации в специальной системе условных знаков, содержание которой соответствует содержанию карты определенного вида и масштаба.

Векторный формат (рис. 2.1) графической информации является наиболее оптимальным для геоинформационного моделирования. В этом формате пространственные объекты представлены в виде набора координат, описывающих геометрию объекта и сопутствующих данных. Подобное решение дает возможность уменьшить размеры конечных файлов, так как размер, занимаемый описательной частью, не зависит от реальной величины объекта. Это позволяет описать сколь угодно большой объект файлом минимального размера, а также снизить требования к ресурсам комплектующих компьютера, таким как оперативная память, процессор, видеокарта и др. Растровые изображения плохо масштабируются, тогда как векторные изображения могут быть неограниченно увеличены без потери качества. Однако далеко не каждый объект может быть изображен в векторном виде — для этого оригинальному изображению может потребоваться очень большое количество объектов с высокой сложностью. Создание сложных изображений с помощью векторной графики связано с использованием множества графических примитивов, что затрудняет многие операции, проводимые над изображением в целом и делает потоковую обработку больших наборов данных чрезмерно ресурсозатратной.



Рис. 2.1. Векторизация речной сети и озер на основе растровых данных

В наши дни электронные карты являются основной формой представления картографической информации, применяемой специалистами при решении инженерных задач, в том числе с помощью геоинформационных систем. Представление и хранение картографического материала в виде электронных карт обладает более существенными преимуществами, чем использование для этих целей традиционных твердотельных носителей. К примеру, в электронные карты значительно проще вносить изменения и корректировать их, если потребуется. Поскольку электронные карты обычно имеют атрибутивную информацию по содержащимся в них объектам, существует возможность оперативного обращения как путем ввода запросов через клавиатуру, так и путем непосредственного указания на экране монитора интересующих пользователя картографических объектов. Принципиально важной особенностью электронной карты как картографической основы ГИС является ее многослойная организация с гибким механизмом управления слоями, позволяющая не только отобразить существенно большее количество разнообразной информации, чем на обычной топографической карте, но и значительно упростить ее анализ путем селекции картографических данных, необходимых для текущего рассмотрения с применением механизма «прозрачности» электронной карты и режима реального масштаба времени.

Объекты электронной карты обычно разделяют на три отдельные категории (рис. 2.2):

точечные объекты электронной карты — объекты, местоположение которых описывается координатами одной точки, например, урезы воды, отдельно стоящие деревья, пункты триангуляции и др.;

линейные объекты электронной карты — объекты, метрика которых описывает положение осевой линии объекта, например, речная сеть, дорожная сеть, линии коммуникаций и др.;



Рис. 2.2. Площадные, линейные и точечные объекты векторной карты

площадные объекты электронной карты — объекты, метрика которых описывает положение границ объектов, например, озера, лесные выдела и др.

В процессе работы с геоинформационными системами инженеры очень часто сталкиваются с необходимостью либо проводить векторизацию объектов интереса в полуавтоматическом режиме, либо корректировать уже имеющуюся исходную информацию. Данный процесс регламентируется как техническим заданием, так и набором общих правил, с которыми можно ознакомится в учебных материалах.

1. Постановка задачи и исходные данные.

Задачи:

1. Изучить инструментарий векторизации объектов электронной карты в Q-gis.

Исходные данные:

1. Космический снимок с пространственным разрешением 50 см/пиксел.

2. Авиационный снимок с пространственным разрешением 12 см/пиксел.

3. Топографическая карта масштаба 1:25 000.

2. Загрузка проекта и создание слоев векторных объектов.

Откройте в Q-gis проект под названием **Проект QGIS.qgs** с перепривязанными растровыми изображениями из предыдущей работы. Отключите из отображения или удалите из набора аэрокосмические снимки — для выполнения этой работы они не понадобятся. Перейдите в режим создания нового векторного слоя, используя команду панели менеджера источников данных *V*₆ **Создать shape-файл** (рис. 2.3).

Если у вас уже есть опыт работы с другими ГИС (в частности, с ArcGis), то элементы данного диалогового окна будут вам знакомы. В графе **Имя фай**ла укажите наименование и положение создаваемого векторного файла, в графе **Тип геометрии** — тип графических примитивов (точечный, линейный, полигон), которые будут создаваться в слое. Include **Z** и M values позволяет

Q Нов	ый шейп-ф	айл		-	×
Имя файл	па] []
Кодировка			UTF-8		
Тип геом	етрии			° Точка	-
				✓ Include Z dimension Include M values	
				EPSG:3785 - Popular Visualisation CRS / Mercator (deprecated)	-
New Fiel	d				
Имя					
Тип	аbс Текст				-
Длина	80	Точность			
			Add to Fields I	List	
Fields Lis	st				
Имя		Тип	Длина	Точность	
id		Integer	10		
				n Remove Fi	eld
				ОК Отмана Спр	apra

Рис. 2.3. Интерфейс создания нового слоя векторных объектов

сохранять в объектах слоя высотную и маршрутную информацию. В специальном разделе можно выбрать систему координат создаваемого векторного слоя. Ниже расположен табличный редактор, позволяющий настраивать поля атрибутивной таблицы объектов слоя. Поля можно добавлять и удалять соответствующими командами: С Add to Fields List и С адайте векторный слой точечных объектов с параметрами, указанными на рис. 2.4. Созданный слой сразу подгрузится в проект и отобразится в списке слоев. По аналогии самостоятельно создайте слои с аналогичными параметрами для линейных и векторных объектов.

ug daŭna			D:\Паболаторная 3\респось\Тоцецный sho	6	
мя фанла			 спасораторная з фесурса (точечныя, sip) 	ча 	
одировка			UTF-8		
ип геометри	L. C.		° Точка		
			Include Z dimension	Include M values	
			EPSG:3785 - Popular Visualisation CRS / Mercator (de	precated)	
lew Field					
Mura					
NINA					
Тип abo	Текст			•	
Длина 80	Точность				
		Add to Fields	List		
ields List					
Имя	Тип	Длина	Точность		
id	Integer	10			
Название	String	80			

Рис. 2.4. Параметры создаваемого слоя точечных объектов

В свойствах слоя в графе **Стиль** вы можете настроить параметры отображения векторных объектов. Изучите функционал этого раздела самостоятельно. Поскольку в данной работе визуальное представление векторных объектов не является принципиальным фактором, рекомендуется настроить его для своего личного удобства.

Следующим шагом будет настройка параметров редактирования объектов векторного слоя. Откройте в главном меню командой **Установки-> Параме-**тры -> Оцифровка соответствующие настройки (рис. 2.5).

🔻 Создание объектов						
щие Отключить форму ввода ат	рибутов для каждого создаваемого об	њекта				
стема Использовать последние вв	едённые значения					
стема Проверка геометрии		QGIS				٣
Ординат Default Z value		0,000				\$
точники нных т Резиновая нить						
рисовка Толщина линии 1 🗢 Цвет л	инии 📕 Цвет залив	ки 90000000000	V			
рта и Don't update rubber band du	ring vertex editing					
струменты 🔻 Привязка						
era Enable snapping by default						
Режим прилипания по умолчани	10		Vertex and segn	ment 🔻		
Порог прилипания по унолчания	ю		50,00000	\$	пикселей	Ŧ
Радиус поиска для редактирова	ния вершин		50,00000	\$	пикселей	Ŧ
Display main dialog as (restart re	:quired)		Диалог	•		
ременные Snapping marker color						
Show snapping tooltips						
✓ Enable snapping on invisible f	features (not shown on the map canvas	i)				
▼ Маркеры вершин						
Показывать маркеры только полнительно	о для выделенных объектов					
Стиль маркера		Перекре	стие			٣
Marker size (in millimeter)		2,00				\$
ализ • Параллельные кривые						
Соединение сегментов		Скру	ллённое			*
Количество сегментов на квадр	ант	8				\$
Design of the second se		5.00				-

Рис. 2.5. Настройка параметров оцифровки

Три основные группы интересующих параметров Резиновая нить, Привязка, Маркеры вершин. Параметры Толщина линии и Цвет линии группы определяют толщину и цвет линии, используемой при рисовании линейных и полигональных объектов. Параметр Стиль маркера группы определяет стиль маркера вершины. Группа параметров Привязка отвечает за настройку прилипания — автоматического совмещения узлов объектов при редактировании. Режим прилипания по умолчанию — можно задать как один из трех режимов: to vertex (к вершине), to segment (к сегменту), to vertex and segment (к вершине и сегменту). Default snapping tolerance in layer units — порог прилипания. Режим и порог прилипания работают следующим образом: при подведении курсора мыши на определенное расстояние (порог прилипания) от сегмента или вершины (в зависимости от режима прилипания) рисуемая линия автоматически продолжается до касания с ближайшим сегментом или вершиной.

Search radius for vertex edits in layer units — радиус поиска ближайших вершин, используется при перемещении, удалении или добавлении вершин. Если в круг с центром в месте щелчка мышью и радиусом Search radius for vertex edits in layer units попадает хотя бы одна вершина, то выбирается ближайшая из них. Порог прилипания и радиус поиска ближайших вершин задаются в единицах измерения слоя. Для сохранения изменений нажмите OK. Данные настройки будут применяться ко всем слоям новых проектов, создаваемых в QGIS.

При создании и редактирование векторных объектов электронной карты необходимо соблюдать топологию. Откройте приборную панель Инструментов прилипания (если она отсутствует в интерфейсе, то ее нужно добавить через контекстное меню, вызываемое нажатием правой кнопки мыши на любой панели инструментов). Изучим представленные на ней команды подробнее: 👌 включает режимы прилипания; 🦎 определяет к объектам каких слоев будет производится примыкание; 👽 определяет, к каким частям объектов будет осуществляться примыкание (вершины, ребра, вершины + ребра); 50 ↓ рх устанавливает порог сходимости в указанных единицах, в котором будет выполняться поиск объекта для примыкания; 🍸 активирует режим автоматического топологического редактирования объектов; 🗙 включает режим прилипания на пересечениях; 🔀 позволяет создавать векторные объекты в режиме трассировки. Если необходимо, в этой панели управления можно перейти в Snapping Options (функция «снеппинга») и гибко настроить взаимные принципы топологического согласования различных слоев в зависимости от поставленных рабочих задач. В заключение откройте панель инструментов Дополнительные инструменты оцифровки. На этом подготовительные операции можно считать завершенными и приступать непосредственно к процессу векторизации.

3. Работа со слоями векторных графических примитивов.

Начнем работу с точечного слоя. Выделите его в списке слоев проекта и нажмите на пиктограмму **Режим редактирования**. Теперь можно создавать векторные объекты. Для добавления нового точечного объекта используйте команду **С Добавить точечный объект**. Активируйте ее и нажмите в произвольном месте рабочего окна левой клавишей мыши. В появившемся окне укажите значения атрибутов. На этом процедура добавления нового точечного объекта в слой электронной карты будет закончена (рис. 2.6).

	1	63
азва	Проба	
азва	Проба	ଘ

Рис. 2.6. Создание точечного объекта

Попробуйте добавить еще один точечный объект. Если после щелчка на новом месте объект не появляется, проверьте, не включен ли режим прилипания к вершине. Если включен, то новый точечный объект может прилипнуть к уже существующему и слиться с ним. В таком случае следует просто отключить прилипание.

Создайте несколько точечных объектов, заполните их атрибуты в произвольном виде. Стандартно для любой современной ГИС у любого слоя можно открыть таблицу атрибутов (**Открыть таблицу атрибутов**) и просмотреть все имеющиеся в нем объекты с присущими им данными (рис. 2.7). Завершите редактирование объектов слоя точечных объектов, снова нажав на пиктограмму **Режим редактирования**.



Рис. 2.7. Таблица атрибутов слоя

Самостоятельно создайте несколько объектов в слоях Полигон и Линейный, заполнив их атрибутивную таблицу в произвольном виде.

Очень часто в процессе векторизации специалисты сталкиваются с ситуациями, когда создаваемые объекты необходимо редактировать, согласовывать, копировать, удалять и др. Рассмотрим некоторые типовые ситуации подробнее.

Для того чтобы редактировать вершины уже созданного объекта, используется функция 🧞 Инструмент работы с вершинами. Выберите инструмент, выберите вершину и укажите ее новое положение (рис. 2.8).

Для перемещения объекта в пространстве используется команда **Переместить объект**. Оператор может выбрать, переносить сам объект или же переносить его с копированием.

Команда 🛜 Повернуть объект позволяет вращать объект по часовой или против часовой стрелки относительно его геометрического центра.

Команда Supportute объект позволяет перестроить объект, уменьшив количество его вершин (рис. 2.9). Для выполнения этой процедуры необходимо задать набор параметров, которые обычно подбираются эмпирически. Помните, что нажав на пиктограмму , вы всегда можете откатить последние изменения.



Рис. 2.8. Редактирование вершин линейного объекта



Рис. 2.9. Упрощение линейного векторного объекта

Для вырезки площадных объектов из уже созданных полигонов используется команда **Добавить кольцо** (рис. 2.10). Если в результате создания объекта требуется получить не отверстие, а полигональный объект, используется команда **Заполнить кольцо**. Команда **Удалить кольцо** позволяет согласовать два наползающих друг на друга полигональных объекта.



Рис. 2.10. Результат работы инструмента «Добавить кольцо»

Инструмент 🛜 Добавить часть используется для того, чтобы создавать части пространственно-распределенного объекта или явления (рис. 2.11). Отдельные части подобного рода объекта можно удалять командой 🛜 Удалить часть.



Рис. 2.11. Добавление части объекта

Команда 🕐 Объединить объекты позволяет объединить (рис. 2.12) два пространственных объекта в один.



Рис. 2.12. Объединение объектов

При включенном **Режиме трассировки** можно сразу векторизовать полигональные объекты таким образом, что они будут согласованы с другими полигональными объектами по топологии (рис. 2.13).



Рис. 2.13. Векторизация полигональных объектов в «режиме трассировки»

Используя полученные навыки в свободном режиме, попробуйте отвекторизовать объекты на растровой топографической карте вашего проекта.

Контроль

Практическая часть занятия считается успешно выполненной, если обучающийся представит преподавателю результаты векторизации исходного растрового изображения топографической карты масштаба 1:25 000.

Самостоятельная работа

Самостоятельно проработайте изученные в данном практическом занятии операции с целью выполнения учебной задачи под контролем преподавателя на время.

Контрольные вопросы и задания

1. Дайте определение понятию «электронная карта».

2. Перечислите преимущества векторного формата представления графической информации.

3. Перечислите преимущества электронных карт над бумажными аналогами.

4. В каких ситуациях перед инженерами ГИС встает задача векторизации объектов электронной карты?

5. Какие категории объектов электронной карты вам известны?

6. Расскажите про таблицу атрибутов объектов векторных карт.

7. Какой командой в Q-gis можно выполнить упрощение излишне сложного линейного объекта?

8. Какой командой в Q-gis можно объединить два пространственных объекта?

9. Опишите функцию «снеппинга» в процессе создания векторных объектов. В каких ситуация она будет полезной, а в каких будет мешать?

10. Дайте определение понятию «топология».

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 3

Основы дешифрирования и векторизации объектов местности по аэрокосмическим снимкам

Цель занятия: изучить общие принципы выяснения и векторизации типовых объектов местности по аэрокосмическим данным для решения мониторинговых **задач.**

Задание: выполнить визуальное дешифрирование и векторизацию объектов на космическом снимке.

1. Постановка задачи и исходные данные.

На примере данного практического занятия обучающиеся получат практические навыки векторизации объектов местности по аэрокосмическим данным в процессе их визуального дешифрирования. Исходные доныне для выполнения работы находятся в архиве [АэроКосМон]Проект. Данная работа базируется на разработанном И.А. Миртовой учебном курсе дешифрирования для Московского государственного университета геодезии и картографии.

2. Загрузка исходных данных.

Откройте в Q-gis проект под названием **Проект QGIS.qgs** с перепривязанными растровыми изображениями, полученный в результате выполнения первого практического задания данного учебного пособия. Создайте отдельную папку, в которую будете сохранять **.shp-файлы** с создаваемыми векторными объектами электронной карты.

3. Дешифрирование населенных пунктов.

Населенные пункты (города, поселки городского типа, поселки сельского типа, дачные поселки) отчетливо выделяются на аэроснимках благодаря своеобразному рисунку, представляющему собой сочетание прямоугольников разных размеров и ориентировки (постройки) и пересекающихся светло-серых полос (улицы и проезды). Зачастую этот рисунок сочетается с участками озеленения, садами и ягодниками (мелкозернистая структура изображения), огородами (разнотонные полосы).

Пути сообщения — это объект, связывающий населенные пункты и районы. К ним относятся железные дороги, автогужевые дороги (шоссе, автострады, грунтовые дороги), полевые и лесные дороги, тропы. Как правило, это светлые линии и полосы различной ширины в зависимости от технического устройства, класса и т. д.

Задача обучающегося — выполнить камеральное дешифрирование этих взаимосвязанных объектов в определенной последовательности на аэроснимках разных масштабов в ГИС. Основы дешифрирования и векторизации объектов местности по аэрокосмическим снимкам 23



Рис. 3.1. Населенный пункт на топокарте масштаба 1:25 000 и космическом снимке

Прежде чем приступить к дешифрированию, необходимо внимательно изучить снимки, ознакомиться с пояснениями к условным знакам населенных пунктов и путей сообщения, а также проанализировать образцы изображения населенных пунктов разных типов (на съемочных оригиналах), помещенные в условных знаках, и сравнить с полученными для работы снимками. Дешифрирование населенных пунктов следует выполнять в следующей последовательности:

1. Выделить главные улицы (1,0 мм) и проезды (0,5 мм) в соответствии с шириной, принятой в данном масштабе. Показать их двумя линиями (толщиной 0,1 мм). Линии, как правило, проводятся по фасаду построек или по краю газона перед постройками.

2. Установить главные подъездные пути и полевые дороги, изгороди, оконтуривающие населенный пункт, и вычертить их соответствующими условными знаками.

3. Постройки дешифрировать, строго сохраняя их ориентировку по отношению к линии улицы. Особое внимание уделить положению крайних построек, вычертить контур построек.

4. Отдешифрировать территории, занятые общественными зданиями и производственными сооружениями.

5. Выделить застроенную часть, контуры огородов (подпись синего цвета в разрядку «огороды»), сады и ягодники (площадью 1,5 × 2 мм и более).

6. Отдешифрировать постройки и промышленные объекты, расположенные за пределами населенного пункта (колхозные дворы, шахты, карьеры, торфоразработки, нефтепромыслы, отдельные постройки).

При дешифрировании путей сообщения следует обратить внимание на то, что изображение полотна железной дороги отличается прямолинейностью очертаний, плавностью и большими радиусами закруглений, наличием полосы отчуждения.

Автомобильные дороги (автострады, шоссе) имеют правильные очертания, большую и постоянную ширину, значительные прямолинейные участки и плавные закругления. Они изображаются в виде белой полосы, обрамленной с боков темными линиями канав. Тон изображения зависит также от покрытия (асфальт — темный, бетон — серый). Грунтовые дороги имеют извилистые очертания и большую разветвленность. Проселочные грунтовые дороги соединяют населенные пункты, полевые и лесные дороги пересекают пашни и лесные массивы (узкие, извилистые линии светлого тона). При вычерчивании дорог следует соблюдать следующие правила:

• условные знаки дорог, изображаемых в две линии, взаимно прерывать; условные знаки дорог, изображаемых в одну линию, прерывать знаками дорог, изображаемых в две линии;

• условные знаки всех автомобильных дорог прерывать знаками железных дорог;

• пересечения полевых и лесных дорог, а также места их подхода к грунтовым дорогам и шоссе, вычерчивать так, чтобы пересекались друг с другом звенья, а не интервалы пунктирных линий (допускается некоторое изменение длины звеньев условного знака дороги);

• в районах с густой сетью дорог полевые и лесные дороги, идущие рядом с дорогами высших классов, не отображать.

4. Дешифрирование объектов гидрографии.

Поверхностные воды имеют на аэроснимках четкие дешифровочные признаки (конфигурацию, тон, протяженность), что позволяет отличить их от окружающих природных объектов. Реки обнаруживаются по форме русел, тону изображения воды, веера перемещения русла (веера, повторяющие очертания современного русла, обычно ниже вееров, соответствующих его прежним положениям). Урез воды устанавливается по контрасту между темной или бликующей поверхностью воды и сушей по деталям микрорельефа дна на мелководье. Песчаные и галечниковые косы, пляжи, отмели опознаются по белому и светло-серому тону. Береговая линия показывается в соответствии с режимом реки: постоянная — четкие очертания, неопределенная расплывчатые очертания (озера и реки на болотах), непостоянная — полоски различного тона, параллельные береговой линии и соответствующие уровням усыхания (пересыхающие реки и озера).

Старичные озера изображаются на аэроснимках вытянутыми пятнами и дугообразными полосами светло-серого, серого и черного тона различных размеров. Старицы, расположенные ближе к руслу, как правило, заполнены водой (черный фототон). Зарастающие, заболачивающиеся старицы изображаются светло-серыми и серыми дугообразными полосами с мелкозернистой или пятнистой структурой. Древние старичные понижения прослеживаются под стереоскопом и отличаются более темным тоном от окружающей поверхности.

В процессе дешифрирования объектов гидрографии необходимо правильно установить характер береговой линии и показать растительность вдоль русла (узкие полосы, заросли деревьев или кустарников). Берега показать с подразделением на обрывистые, с пляжем и без пляжа. Для этого важно уточнить, просматриваются ли между линией уреза воды и подошвой обрыва



Рис. 3.2. Объекты гидрографии на топокарте масштаба 1:25 000 и космическом снимке

пляжи — ровная береговая полоса, сложенная наносами. Если пляжи не выражаются в масштабе карты, то береговую линию следует показать на своем месте, а бровку обрыва несколько сдвинуть. Дешифрируя пойму, следует отобразить многочисленные протоки, гривистый веерообразный микрорельеф (чередование гриф и понижений), а также старичные озера и понижения. Дугообразный рисунок поймы следует подчеркнуть изображением на грядах соответствующей растительности (в зависимости от структуры изображения древесная, кустарниковая или травянистая), а в понижениях — заболоченности с травянистой растительностью.

Для отображения старичных озер и понижений следует применить сочетание условных знаков, соответствующее конкретной стадии развития объектов на момент съемки (зарастание, заболачивание и т. д.). В процессе дешифрирования необходимо также установить направление течения реки, которое определяется по следующим признакам: заводь (залив) вдается в берег в сторону, обратную течению реки; заостренные части островов направлены вниз по течению реки; тупой угол, образуемый впадающим притоком и рекой, всегда лежит с той стороны, куда направлено течение реки. Необходимо также отдешифрировать каналы и канавы, мосты и плотины по четким дешифровочным признакам, и броды — по дорогам, подходящим к реке.

Задача студента в процессе выполнения данного задания — визуальное дешифрирование космического снимка с целью выделения и векторизации объектов гидрографии и населенных пунктов. Поскольку дешифрирование выполняет для решения тематических задач, жесткие требования к визуальному отображению векторных объектов не предъявляются.

Контроль

Практическая часть занятия считается успешно выполненной, если обучающийся представит преподавателю результаты векторизации заданных объектов с космического снимка.

Самостоятельная работа

Самостоятельно выполните векторизацию объектов на аэрофотоснимке их проекта и сравните полученные результаты.

Контрольные вопросы и задания

1. Перечислите известные вам объекты, относящиеся к категории «населенные пункты».

2. Опишите общую последовательность действий при дешифрировании объектов, относящихся к категории населенных пунктов.

3. На что следует обращать внимание специалисту при дешифрировании объектов, относящихся к категории населенных пунктов?

4. Перечислите известные вам объекты, относящиеся к категории «гидрография».

5. Опишите общую последовательность действий при дешифрировании объектов, относящихся к категории гидрографии.

6. На что следует обращать внимание специалисту при дешифрировании объектов, относящихся к категории гидрографии?

7. Перечислите известные вам объекты, относящиеся к категории «растительность».

8. Опишите общую последовательность действий при дешифрировании объектов, относящихся к категории растительности.

9. На что следует обращать внимание специалисту при дешифрировании объектов, относящихся к категории растительности?

10. Относятся ли объекты путей сообщения к категории населенных пунктов?

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 4

Топографический мониторинг по аэрокосмическим данным дистанционного зондирования

Цель занятия: изучение основ мониторинга изменений площадей объектов на основе данных, полученных из различных источников.

Задание: выполнить мониторинг на основе разновременных данных, полученных с различных источников пространственной информации.

Лесные массивы выполняют не только важную климатическую функцию в глобальном масштабе как поглотители парниковых газов, но и осуществляют задачу регулирования микроклимата на региональном уровне. Для любой территории с поселениями важной проблемой является нерешенность целостности лесных территорий. Подобного рода нерешенность обусловливается набором климатических и антропогенных факторов, а также специфическими условиями, такими как массовое размножение энтомовредителей (так называемой биотическое воздействие). В результате наносится ущерб лесному хозяйству в виде потерь древисины как за счет уменьшения прироста по диаметру и высоте, а также за счет отсыхания и отмирания древостоя в целом.

Территории, занятые лесной растительностью, претерпевают непрерывные изменения с течением времени. И мониторинг данных изменений можно эффективно проводить с использованием данных дистанционного зондирования, полученных с сенсоров аэрокосмического базирования. Использование данных подобного рода повышает информированность специалистов, решающих задачи, связанные с рациональным природопользованием. Одной из стандартных задач подобного рода является общая оценка измерения занятных растительностью площадей, выполняемая средствами геоинформационных систем или растровых графических редакторов.



Рис. 4.1. Динамика поврежденных участков в Бархатовском лесничестве

1. Постановка задачи и исходные данные.

Данное практическое занятие поможет познакомиться с общими принципами мониторинга изменений площадей угодий по различным пространственно-привязанным графическим данным в программном обеспечении Q-GIS. Исходные доныне для выполнения работы находятся в архиве [АэроКосМон]Проект.

2. Загрузка проекта и предварительный анализ имеющейся информации.

Откройте Q-GIS и загрузите в его рабочий набор проект «Проект QGIS.qgs» командой Проекты — Открыть. Слои отобразятся в основном рабочем окне и отдельном списке в левой части рабочего интерфейса (рис. 4.2.).



Рис. 4.2. Общий вид рабочего набора данных проекта

Обратите внимание, что слои проекта сгруппированы по отдельным категориям — Растры и Векторы. Как и в любой другой современной ГИС, порядок слоев определяет последовательность отображения их в рабочем окне, и при необходимости его всегда можно изменить. Можно отключить отображение каждого отдельного слоя, убрав галочку из соответствующей графы \bigtriangledown , помещенной напротив каждого отдельного набора данных. Для того чтобы посмотреть метаданные интересующего слоя, нужно выбрать его в списке, открыть нажатием ПКМ контекстное меню и выбрать в нем действие «Свойства» (рис. 4.3).

Дадим краткую характеристику данным из открытого набора, с которыми нам в дальнейшем предстоит работать.

Космоснимок 50 — снимок, полученный с космического носителя в результате дистанционного зондирования в видимом диапазоне, GSD (Ground Sample Distance, Разрешающая способность) которого равна 50 см/пиксел.

Аэроснимок 12 см — изображение в видимом диапазоне, полученный в результате аэрофотосъемки, GSD которого равна 12 см/пиксел. При выполнении данного задания эти материалы использоваться не будут.



Рис. 4.3. Метаданные слоя «Космоснимок 50 см»

Векторы — набор векторных данных, описывающих границы отдельных рабочих участков. Для работы интересует векторный слой — сетка 3. Пример решения поставленной задачи будет рассмотрен ниже для центрального сегмента самого левого ряда (рис. 4.4).



Рис. 4.4. Территория интереса

3. Векторизация объектов, относящихся различным типам угодий.

Для того чтобы создать новый векторный слой в формате .shp, выберите на панели инструментов команду V_{a}^{∞} Создать новый shape-файл. Откроется диалоговое окно (рис. 4.5), где следует о задать параметры создаваемого слоя. Создадим слой, который будет содержать в себе объекты, относящиеся к категории лесных угодий «Лесныеугодьятопо», информация о пространственном положении которых была получена.

£[Новый шейп-фа	йл	?
імя файл	a		G:\Новая папка\лаб1 <mark>/Лесныеугодь</mark>	ятопо.shp	۵.
одировк	a		System		
ип геоме	етрии		Полигон		
			Include Z dimension	Include M values	
			EPSG: 32637 - WGS 84 / UTM zone 37	N	•
Новое	поле				
Имя					
Тип	123 Целое число				÷
Длина	10	Точность			
		1	В Добавить в список полей		
Список	к полей				
Имя	Тип	Длина	Точность		
id	Integer	10			
Класс	String	80			
TORACC	2 Hoger				📳 Удалить поле
				OK OTHE	справка

Рис. 4.5. Диалог функции создания нового shp-файла

В графе «Имя файла» выберите название и местоположение создаваемого векторного файла, в разделе «Тип геометрии» — «Полигон» (в данном слое будут создаваться только площадные объекты). Уточните систему координат создаваемого слоя (она должна быть WGS 84 / UTM zone 37N). В редакторе полей создаваемого слоя добавьте текстовое поле с именем «Тип» и целочисленное «Класс». Нажмите «ОК».

Созданный в результате этих действий слой будет сразу добавлен в рабочий набор данных и отобразится в списке активных слоев. Откройте его свойства и в разделе Стиль настройте параметры отображения векторных объектов слоя. Для лесных угодий рекомендуется выбрать контур зеленого цвета без заливки. На панели инструментов Snapping Toolbar включите как функцию «снеппинга» , так и как возможность трассировки . На этом подготовительные работы перед началом процесса векторизации завершены.

Самостоятельно обрисуйте объекты на топографической карте, относящиеся к категории лесных угодий, в ручном режиме (рис. 4.6). Внесите в атрибутивную информацию в поле **Тип** «Лесные», в поле «**Класс**»=1.

Аналогичным образом создайте еще один shape-файл (Лесныеугодьякосмос) и выделите территории лесных земельных угодий на космическом снимке. Внесите в атрибутивную информацию в поле Тип «Лесные», в поле «Класс»=2. Топографический мониторинг по аэрокосмическим данным дистанционного зондирования 31



Рис. 4.6. Выделение территорий лесных угодий по топографической карте



Рис. 4.7. Выделение территорий лесных угодий по космическому снимку

4. Создание слоя контуров локальных изменений.

Имея два слоя векторных данных, полученных на основе разновременных данных, можно получить контур локальных изменений, т. е. участки земной поверхности, на которых с течением времени произошли положительные или отрицательные изменения площади земель угодья. Выполняется эта задача через команду главного меню **Вектор** — **Геообработка** — **Симметричная разность**. Убедитесь в том, что векторные слови не являются **редактируемыми**, откройте диалог этой функции (рис. 4.8) и заполните форму с расчетом на то, чтобы провести вычитание из векторного слоя на основе космических данных векторного слоя на основе топографической карты. Запустите процесс, нажав на кнопку **Run in Background**. Полученный результат автоматически отобразится в рабочем окне (рис. 4.9).

Параметры		
	JIOF	Симметричная разность
Асходный сло	й	This pleasither costos a lawar costaining feature
🗯 Лесныеуг	годьякосмос [EPSG:32637]	from both the Input and Difference layers but wi
Только вы	деленные объекты	the overlapping areas between the two layers removed. The attribute table of the Symmetrical
Слой разности	1	Difference layer contains attributes from both th
🗯 Леоныеуг	одьятопо [EPSG:32637] 🔹	
🔄 Только вы,	деленные объекты	
Симметричная	а разность	
[Создать вре	менный слой]	

Рис. 4.8. Диалог функции «Симметричная разность»



Рис. 4.9. Результат работы функции «Симметричная разность»

Откройте таблицу атрибутов созданного слоя, сгруппируйте объекты по параметру **Класс**, где 2 — положительные изменения, 1 — отрицательные. Используя команду контекстного меню слоя Экспорт — Save Selected Features As, создайте два отдельных слоя с положительными и отрицательными изменениями (рис. 4.10). Задайте им подходящую цветовую схему, при которой положительные изменения будут отображаться зеленым цветом, а негативные — красным.



Рис. 4.10. Итоговый вид электронной карты

Созда	ть виртуальное поле	Обновить существующее поле	
Иня поля	Площадь		
Тип	Десятичное число (real) 🔹		
Размер	10 🔹 Точность 3 🔹		
Выраже	ние Редактор функций		
		Q, are	63
\$агеа	киютр: 3947.282955984375	 Fice and a set of the set of th	

Рис. 4.11. Автоматический расчет площади изменений

Откройте таблицу атрибутов слоя с положительными изменениями и определите их площади, воспользовавшись калькулятором полей, функция \$area (рис. 4.11). Запишите полученный результат в таблицу. Аналогичным образом поступите со слоем негативных изменений.

В рассматриваемом учебном примере земли лесных угодий увеличились на 271 407,792 – 25 419,131 = 245 988,661 м.

Контроль

Практическая часть занятия считается успешно выполненной, если обучающийся представит преподавателю набор слоев электронной карты с положительными и отрицательными изменениями и таблицу площадей изменений лесных угодий.

Самостоятельная работа

Самостоятельно проведите аналогичную работу по следующим видам угодий — лесные, сельскохозяйственные угодья, селитебные, промышленные и транспортные на основе своего варианта из приложения № 1 к данному учебному пособию.

Контрольные вопросы и задания

1. Какие выполняемые лесными массивами функции вам известны?

2. Как вы понимаете термин «биотическое воздействие» применительно к растительности?

3. Дайте определение топографическому мониторингу.

4. Какие источники данных для топографического мониторинга вам известны?

5. Дайте определение топографической карте. Какие типовые объекты на ней отображаются?

6. Опишите общий алгоритм действий, который позволит перевести информацию с бумажной карты в векторный формат.

7. Опишите общий алгоритм создания контуров локальных изменений в данной работе.

8. Какие задачи топографического мониторинга можно решать, используя калькулятор полей?

9. Каким образом в Q-gis можно создать слой на основе выборки? Для каких задач подобный подход может быть удобен?

10. Опишите общий принцип работы функции «симметричная разность».

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 5

Динамический аэрокосмический мониторинг с использованием топографических картографических материалов

Цель занятия: познакомиться с принципами динамического аэрокосмического мониторинга на примере изучения оползневого процесса на заданной территории.

Задание: выполнить динамический мониторинг оползневого процесса с использованием топокарт и космических данных.

Традиционно аэрокосмический мониторинг представляет собой процесс слежения, регистрации и прогнозирования состояния окружающей среды и ее изменений, происходящий с непрерывным отображением полученных данных на карте. Полученные материалы могут быть использованы для решения самых разных задач, от управленческих до технологических.

В современных условиях технического прогресса хозяйственная деятельность человеческого общества активно изменяет ход и направленность развития многих природных процессов и явлений. Антропогенные изменения природной среды вызывают искусственное, зачастую резкое, усиление или ослабление естественных процессов и явлений.



Рис. 5.1. Карты территорий подтоплений и оползневых процессов на территории Москвы

По материалам многократных и однократных аэросъемок и космических съемок можно установить и определить качественные изменения природных объектов и явлений, происходящих под влиянием естественных или антропогенных факторов, а также получить их относительные или абсолютные значения.

При наличии опыта, информации из различных источников и при использовании качественных подходов анализа динамический мониторинг можно выполнять на основе единовременных аэрокосмических снимков.

1. Постановка задачи и исходные данные.

Задачи:

1. Определить наличие и зафиксировать границы оползневого склона, используя топографическую карту и аэрокосмические съемочные материалы.

2. Составить таблицу признаков оползневого склона.

3. Построить для территории оползневого склона цифровую модель рельефа на основе картографических данных.

Исходные данные:

1. Топографическая карта масштаба 1:10 000

2. Аэроснимок с GSD = 12 см.

3. Космический снимок с GSD = 50 см.

2. Загрузка исходных данных и анализ района работы.

Используя уже известные вам команды, загрузите из папки с исходными данными растровые файлы топографической карты (10+WGS-84.jpg) и файлы Аэроснимок12см.gpg и Космоснимок50см.gpg из сформированного в прошлых работах проекта. Предметом изучения при выполнении данного практического задания будет оползневой склон, расположенный рядом с населенным пунктом Октябрьский (рис. 5.2).



Рис. 5.2. Примерная зона расположения оползневого склона
3. Определение наличия оползневого склона по признакам.

Для выявления наличия оползневого процесса обычно используется информация о рельефе, представленная в виде горизонталей и ЦМР. Отобразите на экране слой с топографической картой масштаба 1:10 000 и внимательно визуально оцените рельеф анализируемой территории. Северный склон реки Скнига, расположенный между населенными пунктами Октябрьский и Костино обладает нетипичным для склона речной долины рельефом (рис. 5.3).



Рис. 5.3. Определение зон оползневого процесса по горизонталям

Обратите внимание на общую нерегулярность рельефа и наличие множества локальных понижений. Сравните рельеф северного склона с рельефом южного, который является типичным для склона речной долины.

Таким образом, общее положение оползневого склона в пространстве будет определено. Следующая задача — определение его уточненных границ с использованием актуальных данных дистанционного зондирования. Для этого необходимо систематизировать дешифрированные признаки, присущие объектам данного типа.

Извилистый рисунок горизонталей



На оползневых склонах рисунок горизонталей является нерегулярным, бессистемным и характеризует перепады высот на участках, на которых происходит сегментарное смещение горных пород вниз по склону под воздействием своего веса, подмыва и прочих причин.

Наличие на склонах локальных понижений



Смещение крупных масс породы по склону такие приводит к возникновению локальных понижений, которые легко определяются по горизонталям топографической карты или цифровой матрицей рельефа.

Форма склона



Обратите внимание, что здесь склон приурочен к внешней стороне излучины и имеет характерную форму, напоминающую амфитеатр.

Наличие на склоне открытых водоемов



Особенности структуры рельефа на оползневых склонах приводят к тому, что на них могут образовываться такие различного рода открытые водоемы, как, к примеру, пруды, озера или болота.

Коленообразные изгибы водотоков



По определению водоток — водный объект, характеризуемый постоянным или временным движением воды в русле в направлении общего уклона рельефа местности. Поскольку оползневой склон характеризуется сложным рельефом со множеством перепадов высот, водоток огибает и обходит оползневые склоны.

Мозаичный характер произрастающей растительности



Для растительности характерна адаптация к определенным условиям окружающей среды. По ним можно оценивать глубину залегания грунтовых вод, состав и характеристики почвы и другие параметры. Оползневой склон посредством перемещения масс пород и земли создает условия для повышенного биоразнообразия растительности в рамках одной локации. Поэтому для этого объекта характерна мозаичная текстура растительных объектов.

Создайте таблицу признаков выделяемого объекта (табл. 5.1) и внесите в нее все перечисленные признаки по форме.

Таблица 5.1

Наименование признака	Визуализация/эталонирование	Описание
Мозаичный характер произрастающей растительности	Actin Cold	Неоднородное распро- странение ареалов произрастающей на склоне реки раститель- ности
Наличие на склоне открытых водоемов		Открытые водоемы на оползневом склоне, образовавшиеся в результата процесса неравномерного смеще- ния горных пород и масс земли

Признаки оползневого процесса

4. Векторизация зоны оползневого склона.

Используя уже известные вам команды, сформируйте векторный слой и создайте векторный объект, который будет описывать оползневой склон (рис. 5.4).



Рис. 5.4. Локализация положения оползневого процесса в виде векторного объекта электронной карты

В процессе векторизации определите границы данного явления, используя комбинацию имеющихся растровых данных, а также результаты вашего эталонирования из табл. 5.1.

При наличии векторизованных горизонталей можно создать цифровую модель рельефа на территорию оползневого процесса посредством использования команды Инструменты анализа — Интерполяция — Tin.

Контроль

Практическая часть занятия считается успешно выполненной, если обучающийся представит преподавателю заполненную таблицу признаков оползневого процесса и локацию его пространственного положения в виде векторного слоя.

Самостоятельная работа

Самостоятельно выполните векторизацию горизонталей на территории оползневого процесса и постройте на их основе матрицу высот, используя специальный инструмент Q-gis.

Контрольные вопросы и задания

1. Приведите примеры использования картографического метода при решении отраслевых задач.

2. Какие аспекты присущи традиционными методам составления карт?

3. Какие изменения в картографической индустрии произошли при переходе к цифровой картографии?

4. Приведите примеры наборов данных, которые удобно отображать в виде векторных объектов.

5. Приведите примеры наборов данных, которые удобно отображать в виде растровых объектов.

6. Дайте определение понятию «динамический мониторинг».

7. Каким образом рельеф может служить признаком оползневого процесса?

8. Как сделать цифровую модель рельефа в Q-gis?

9. Каким образом растительность может служить признаком оползневого процесса?

10. Как можно выполнить на электронной карте локализацию динамического процесса, объекта или явления?

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 6

Аэрокосмический мониторинг состояния лесов с использованием спектральных и текстурных признаков

Цель занятия: познакомиться с принципами аэрокосмического мониторинга лесопокрытых территорий.

Задание: решить задачи мониторинга лесных массивов по космическим данным с использованием приемов визуального дешифрирования.

1. Классификация и отличительные признаки на аэроснимках основных показателей форм крон деревьев.

Дешифровщик при анализе снимков на лесопокрытые территории видит не все насаждение, а лишь его верхнюю часть — полог. Строение крон деревьев и полога насаждений зависит от лесоводственно-биологических особенностей древесных пород, условий местопроизрастания, видового состава и возраста насаждений и др. У одних деревьев кроны в пологе располагаются изолированно или только соприкасаются ветвями с кронами смежных деревьев, у других — боковые части крон в большей или меньшей степени заходят под кроны соседних деревьев, у третьих — кроны полностью находятся под кронами других деревьев. В пределах одного яруса кроны всех этих деревьев представляют собой полог. В сложных по форме насаждениях может быть второй ярус со своим пологом, который в той или иной степени смыкается с пологом первого яруса, образуя сложный полог всего насаждения.



Рис. 6.1. Профиль древостоя со ступенчатой сомкнутостью крон

Установление состава древесных пород и других таксационных показателей насаждений (средних высоты и диаметра на высоте груди, полноты, возраста и др.) по аэроснимкам крупных и средних масштабов основано, прежде всего, на различиях в изображениях проекций крон (форма и цвета), их размерах, структуре полога. При этом детально сравнивают кроны на сходство и различие по их внешним признакам и размерам.

К основным показателям форм крон относятся диаметр и длина кроны, высота до наибольшей ширины и до начала (окончания) кроны. Некоторые из этих параметров можно определять по ортофотопланам, однако для определения высоты потребуется применять методы на основе фотограмметрии, такие, например, как визуальный анализ стереопар или построение плотного облака.

Поскольку по мере удаления от центра планового аэрофотоснимка к краям деревья изображаются более наклонными, формы промежутков между кронами также не остаются одинаковыми. Особенно этот эффект проявляется при фотографировании лесов короткофокусными аэрофотоаппаратами. Таким образом, изображения форм крон в одних и тех же древостоях будут неодинаковыми в различных частях аэрофотоснимка: в одной части изобразятся только освещенные или частично освещенные стороны крон, в другой — только затененные или частично затененные. При этом затененные стороны хорошо передают характерные формы крон деревьев.

2. Подготовка материалов полевых исследований для дальнейшей обработки.

Откройте прилагающийся к исходным данным текстовый файл с точками полевой проверки и внимательно с ним ознакомьтесь. Составленный специалистами в процессе наземных полевых исследований, он обладает высокой степенью доверия. Однако даже в нем имеется как лишняя, так и неоднозначная информация (рис. 6.2): 1 — дуб; 2 — тополь (ненадежно); 3 — береза; 4 — осина; 5 — вяз; 6 —ольха черная; 7 — выход источника (не древесный объект); 8 — ольха черная (ненадежно); 9 — тополь; 10 — липа.



Рис. 6.2. Обновленная таблица точек полевой проверки

Используя уже известные команды, добавьте поле «Порода» в таблицу атрибутов слоя и заполните ее в соответствии с информацией из текстового файла (см. рис. 6.2). Обратите внимание, что в список входят ненадежные и лишние объекты. В дальнейшей работе постарайтесь избегать их использования.

3. Определение значений спектральных кривых яркостей для различных пород древесины по космическому снимку.

Несмотря на то что в данной работе используются аэрокосмические данные, они представлены в формате RGB. В компоненте 1 канала (В) располагается информация из голубого съемочного диапазона (положение примерного центра канала = 450 нм). В компоненте 2 канала (G) располагается информация из зеленого съемочного диапазона (положение примерного центра канала = 550 нм). В компоненте 3 канала (G) располагается информация из зеленого съемочного диапазона (положение примерного центра канала = 550 нм). В компоненте 3 канала (G) располагается информация из зеленого съемочного диапазона (положение примерного центра канала = 550 нм). Специалист может использовать данную информацию в процессе визуального дешифрирования, построив спектральную яркостную кривую для данного диапазона длин волн.

При активном слое космического изображения найдите точку полевой проверки для дуба и, использовав команду панели инструментов 🤐 «Определить объекты», выделите соответствующие центру кроны типовые пикселы. В правой части рабочего окна отобразятся числовые значения, которые принимает данный пиксел в голубом, зеленом и красном каналах (рис. 6.3).



Рис. 6.3. Спектральная сигнатура пиксела кроны дуба

Самостоятельно, используя в качестве отправной информации данные из слоев «Точки полевой проверки» и «Отдельные породы деревьев», соберите информацию о типовых спектральных коэффициентах яркости (СКЯ) по основным присутствующим на снимке породам и создайте в MS Excell соответствующие графики (рис. 6.4). Определите максимальное, минимальное и среднее значения, принимаемые пикселами кроны данной породы. В дальнейшем при визуальном выделении крон в случае возникновения проблемы с точным определением ее принадлежности можно использовать эту информацию в качестве эталона.



Рис. 6.4. Спектральная сигнатура пиксела кроны дуба

4. Определение формулы леса для локаций определенных по геоботанической карте.

Используя геоботаническую карту, найдите лесной выдел, отображенный как на комическом, так и на авиационном снимке. Убедитесь, что у вас есть информация по СКЯ данных пород. Выберите участок, достаточно репрезентативно отображающий ситуацию на этом выделе. Оконтурите его и определите положение всех вершин (рис. 6.5). Для того чтобы было удобнее, можете выбрать легенду отображения на свое усмотрение.



Рис. 6.5. Определение положения крон по космическому снимку

Рассчитайте формулу леса для своего участка. Примите число попавших на него деревьев за 100 % и рассчитайте соответствующую пропорцию. Если на данном участке 45 деревьев (29 сосен и 16 берез), то формула леса будет выглядеть как **6С4Б**.

5. Определение среднего расстояния между кронами и среднего диаметра крон по космическому снимку.

С помощью инструмента 🔚 Измерить линию определите расстояние между проекциями крон на снимке и их примерные радиусы (рис. 6.6).



Рис. 6.6. Измерение расстояния между проекциями крон и их примерные радиусы на космическом снимке

Выполнив достаточно большое количество измерений, запишите в таблицу значения средних диаметров древостоя на выделе по каждой породе и среднего расстояния между деревьями.

Самостоятельно выполните аналогичную задачу по **аэрофотоснимку** для другого выдела (рис. 6.7).



Рис. 6.7. Проекции крон на аэрофотоснимке

Обратите внимание, что определение породного состава по текстурному признаку, а также измерение диаметров крон и расстояний между деревьями на данном типе данных значительно упрощаются. А вот изучать спектральные характеристики в каналах по отдельности практически бесполезно — аэрометодами снимок получается не единовременно, так как из-за динамически изменяющихся условий освещенности надежнее определение диапазонов затрудняется. Однако форма СКЯ остается неизменной, и при наличии большого количества каналов можно применять специальные методы классификации, такие, например, как «спектрально угловая классификация», реализованная в тематическом ПО Envy и Erdas.

Контроль

Практическая часть занятия считается успешно выполненной, если обучающийся представит преподавателю набор СКЯ и прочую информацию о древостое на рассматриваемом участке.

Самостоятельная работа

Самостоятельно проведите аналогичную работу в соответствии со своим индивидуальным вариантом.

Контрольные вопросы и задания

1. Какую часть насаждения видит дешифровщик при анализе данных дистанционного зондирования, полученных с аэрокосмических носителей?

2. Каким образом установливается состав древесных пород и других таксационных показателей насаждений по аэрофотоснимкам крупных и средних масштабов?

3. Какие основные показатели форм крон вам известны?

4. Будут ли различаться признаки крон основных лесообразующих пород в различных возрастных периодах?

5. Чем обусловлено изменение изобразительных характеристик проекций крон на изображении в разных частях аэрофотоснимка?

6. Что такое спектральная яркостная кривая?

7. Каким образом в Q-gis можно определить значения спектральных яркостей отдельных объектов в определенных каналах?

8. Что такое точки полевой проверки и зачем они нужны при изучении растительности дистанционными методами?

9. Как можно измерять расстояния между проекциями крон на космическом снимке?

10. Какие преимущества и недостатки имеют данные сверхвысокого разрешения при визуальном анализе древостоя?

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 7

Аэрокосмический мониторинг чрезвычайных ситуаций

Цель занятия: познакомиться с принципами аэрокосмического мониторинга чрезвычайных ситуаций (ЧС) на примере решения задачи слежения за потенциальными очагами возгорания на лесопокрытых территориях.

Задание: выполнить мониторинг чрезвычайных ситуаций на примере оценки пожароопасности лесных земель.

Среди приоритетных задач государства особое значение имеет защита населения от ЧС. Катастрофы представляют большую опасность, поскольку часто возникают внезапно и причиняют значительный ущерб имуществу, коммуникациям, уносят жизни, разрушают дома. Для того чтобы их предотвратить, необходимо проводить исследования и изучать причины, порождающие ЧС, механизмы развития и характер проявлений. Система мониторинга чрезвычайных ситуаций предназначена для прогнозирования и предотвращения рисков возникновения природных и техногенных катастроф.

Лесопокрытые территории находятся в особой группе риска из-за угрозы возникновения лесных пожаров. Поэтому основной задачей при выполнении мониторинга ЧС в лесах являются прогнозирование и профилактика лесных пожаров, а также отслеживание их развития.

1. Постановка задачи и исходные данные.

Задачи:

1. Определить положение лесной гари по космическому снимку, выполнить ее векторизацию и определить площадь, на которой она распространена.

2. Создать таблицу эталонов с целью визуального дешифрирования для древесных пород на основе векторной геоботанической карты.

3. Векторизовать в ручном режиме растительные объекты на заданную территорию, задав им параметр общей пожарной опасности.

4. Векторизировать потенциальные очаги возгорания на территории интереса и построить вокруг них буферную зону заданной величины.

5. С помощью инструментов ГИС анализа и моделирования в автоматическом режиме выделить зоны повышенной пожарной опасности.

Исходные данные:

- 1. Топографическая карта масштаба 1:10 000
- 2. Аэроснимок с GSD = 12 см.
- 3. Космический снимок с GSD = 50 см.
- 4. Фрагмент векторной геоботанической карты.
- 5. Полигон зоны интереса.

2. Визуальное дешифрирование гари и определение ее площади.

По условию задачи известно, что на севере от поселка Приокский произошел лесной пожар. Выведите на экран слой, содержащий топографическую карту масштаба 1:10 000, найдите на ней интересующий вас населенный пункт и визуально оцените локацию на север от него по космическому снимку. Гари имеют характерную форму (рис. 7.1), обусловленную особенностями возгорания горючих лесных материалов, спецификой развития пожара и принципами лесоустройства РФ. К примеру, можно сделать вывод, что южная сторона гари имеет правильную форму, потому что огонь в процессе распространения столкнулся с естественной преградой, характерной для границы лесного квартала. А с учетом того, что распространение типичного лесного пожара происходит по каплевидной форме, можно сделать вывод, что очаг возгорания располагался на севере, а огонь продвигался юго-восточном в направлении.



Рис. 7.1. Визуальное определение гари по космическому снимку

Используя уже известные вам команды, создайте shp-файл площадных объектов «Гари» и в ручном режиме векторизуйте площадь интересующего объекта. Откройте таблицу его атрибутов при включенном режиме редактирования, добавьте командой «Новое поле» поле «Площадь» (десятичное число, длина = 0, точность = 0), а затем, используя «Калькулятор каналов» , рассчитайте площадь гари в метрах (функция **\$area**). Создайте shp-файл точечных объектов «Очаги пожаров» и определите положение предполагаемого очага пожара объектом в виде желтого треугольника (рис. 7.2).



Рис. 7.2. Векторизация лесной гари и определение ее площади и очага

3. Создание таблицы эталонов для визуального дешифрирования лесопокрытых территорий по космическим данным.

Откройте в рабочий набор слой электронной карты **Geobotanic.shp**, который представляет собой полученные в результате наземных исследований пространственно-привязанные данные о породном составе древостоя (рис. 7.3).



Рис. 7.3. Фрагмент геоботанической карты

Используя таблицу атрибутов слоя и вспомогательные команды типа «Определить объекты» 🔍, создайте таблицу для эталонов, аналогичную приведенной ниже, для решения задачи визуального дешифрирования по каждому уникальному типу объектов и самостоятельно заполните ее.

Эталоны

Эталон по космическому снимку	Объект	Тип
	Осинник молодой вторичный на гарях	Лиственный
	Сосняк с березой и осиной приспевающий вторичный	Хвоя
	Сосняк с березой	Лиственный + хвоя

Таблица 7.1

Такая таблица в дальнейшем будет использоваться при решении задачи визуального дешифрирования лесопокрытых территорий на зону интереса.

4. Векторизация лесопокрытых территорий в зоне интереса для решения задачи мониторинга чрезвычайных ситуаций.

Откройте в рабочий набор слой электронной карты **AOIfire.shp**. В данном слое расположен площадной объект территории, на которой следует провести мероприятия по аэрокосмическому мониторингу чрезвычайных ситуаций (рис. 7.4), а именно, лесных территорий, имеющих повышенную пожарную опасность.

Создайте отдельный shp-файл и назовите его ForestFireClass. В табличную структура данного слоя добавьте поле «Класс как целое численное». Используя созданную ранее таблицу эталонов и уже известные вам инструменты векторизации, создайте векторные объекты по типам пород, присвоив им значения пожарной опасности. Хвойные породы считаются наиболее пожароопасными, поэтому им следует присвоить значение этого параметра, равное 3. Лиственные породы, наоборот, менее подвержены угрозе лесного пожара, по этому их класс будет равен 1. Для территорий смешенного произрастания присвоим значение параметра, равное 2. Примерный и грубый результат решения этой задачи показан на рис. 7.5.



Рис. 7.4. Фрагмент геоботанической карты



Рис. 7.5. Результат ручной векторизации лесопокрытых земель по категориям пожарной опасности

5. Векторизация потенциальных очагов возгорания в зоне интереса для решения задачи мониторинга чрезвычайных ситуаций.

Потенциальными очагами возгорания обычно считаются территории, на которых наблюдается активная деятельность человека. Это населенные транспортные пункты, транспортные артерии и прочие объекты подобного рода. По условию задачи очагом возгорания будем считать железную дорогу. Создайте shp-файл линейных объектов **TrainRoad** и векторизуйте железнодорожный путь в ручном режиме (рис. 7.6).

В отличие от водоохранных зон, размер которых регламентируется законодательством, зоны повышенной пожарной опасности определяются на основе эмпирических многолетних данных. По условию задачи размер такой зоны для объекта дорожной сети класса «железная дорога» будет составлять 150 м по обе стороны от полотна.



Рис. 7.6. Результат ручной векторизации железнодорожного полотна

O Sucher



Рис. 7.8. Буферная зона вокруг заданного линейного объекта

Параметры Лог	
Асходный слой	
√ [*] train [EP5G:32637]	•
Только выделенные объекты	
Расстояние	
150,000000	🖾 🗢 метры 👻 🧲
Сегменты	
5	:
Стиль конца	
Скруглённое	-
Соединение сегментов	
Острое	•
Пимит острия	
2,000000	4
Результат объединения	
Buffered	
[Создать временный слой]	

Рис. 7.7. Настройка параметров построения буферной зоны

Используя команду главного меню «Вектор»-«Геообработка»-«Буфер», откройте диалог построения буферных зон вокруг объектов в автоматическом режиме и установите параметры так, как показано на рис. 7.7.

Результат работы данной функции сразу будет добавлен в рабочий набор слоев (рис. 7.8)

6. Выделение зон повышенной пожарной опасности средствами ГИС-моделирования.

На текущей стадии работы в текущем наборе слоев имеются слой буферной пожароопасной зоны и слой лесопокрытых территорий по типам пород

с указанием их пироустойчивости. Выделите в автоматизированном режиме территории, требующие повышенного внимания и проведения профилактических мероприятий. Под подобное определение подпадают территории, занятые хвойной растительностью, расположенные в 150-метровой зоне от потенциального очага пожара.

Откройте диалог создания слоев пересечений векторных объектов, применив команду главного меню «Вектор»-«Геообработка»-«Пересечение». Выберите в качестве исходного слоя свой набор лесопокрытых площадей, в качестве оверлейного слоя (слоя наложений) — созданную ранее буферную зону. Остальные параметры оставьте установленными по умолчанию и запустите процесс. Удалите из полученного слоя все объекты с классом пожарной опасности, отличным от 3. В результате выполнения этих операций определяется пространственное положение наиболее пожароопасных участков (рис. 7.9), что позволяет более эффективно планировать превентивные и профилактические мероприятия по защите леса.



Рис. 7.9. Определение наиболее пожароопасных участков в зоне повышенной опасности вокруг полотна железнодорожного транспорта

Контроль

Практическая часть занятия считается успешно выполненной, если обучающийся представит преподавателю набор слоев электронной карты областями повышенной пожарной опасности.

Самостоятельная работа

Самостоятельно проведите аналогичную работу в соответствии со своим индивидуальным вариантом, выполнив определение наиболее пожароопасных участков в зоне повышенной опасности вокруг полотна железнодорожного транспорта.

Контрольные вопросы и задания

1. Почему леса требуют особого отношения при выполнении мониторинга чрезвычайных ситуаций?

2. Почему при мониторинге чрезвычайных ситуаций на лесопокрытых землях активно применяются аэрокосмические данные?

3. Как по аэрокосмическому снимку отдешифрировать гарь и определить ее площадь?

4. Какова роль таблицы эталонов при выполнении мониторинга чрезвычайных ситуаций на лесопокрытых территориях?

5. Какие, с вашей точки зрения, существуют потенциальные очаги возгорания на лесопокрытых территориях?

6. Какова роль системы мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций?

7. Опишите принципы работы функции построения буферных зон в Q-gis.

8. Опишите принципы работы функции «Пересечение» в Q-gis.

9. На основании чего определяется размер буферной зоны повышенной пожарной опасности?

10. В каком виде можно представить результаты мониторинга чрезвычайных ситуаций?

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 8

Геоинформационное моделирование при решении задач экологического мониторинга

Цель занятия: выполнить мероприятия по согласованию векторных наборов данных для выхода на интегральную оценку экологической напряженности по заданному формулой критерию и созданию на ее основе тематической карты.

Задание: используя ГИС-анализ и ГИС-моделирование, создать векторную основу для экологического мониторинга на проектную территорию.

В процессе работы с объектами электронной карты принято различать понятия **геоинформационное моделирование** и **геоинформационный анализ**.

Под **геоинформационным анализом** подразумевается процесс извлечения информации из слоев электронных карт без каких-либо преобразований пространственных данных.

Под **геоинформационным моделированием**, также называемым **геообработ-кой**, подразумевается процесс преобразования пространственных данных различных форматов, в результате которых происходит создание качественно новой пространственной информации.

Примерами решаемых в рамках **ГИС-анализа** задач (рис. 8.1) являются выполнение измерений по карте, создание выборки по атрибутам из всей совокупности объектов электронной карты, поиск объекта по заданному пара-



метру, расчет статистических характеристик, оверлейный анализ и др.

С применением ГИС-моделирования решают следующие задачи (рис. 8.2): преобразование графической информации, которое приводит к изменению графических объектов и их атрибутов; операции с табличными данными, приводящие к изменению графических и табличных данных; преобразование, построение цифровых моделей и явлений на основе данных из слоев электронной карты и др.



Рис. 8.2. Создание тематической карты изменений экотипов на основе разновременных космических снимков

Можно сделать вывод, что для геоинформационного моделирования характерно изменение графической информации комплексным использованием пространственных данных (положение контуров) и атрибутивных данных (записи в атрибутивной таблице). Происходит создание качественно новой информации на базе уже имеющейся. Подходы и алгоритмы ГИС-анализа и ГИС-моделирования в процессе рабочих мероприятий используются в комбинации и взаимно дополняют друг друга.

Распространенный подход при выполнении ГИС-проектов в современном программном обеспечении предполагает активный пространственный анализ данных, представленных в векторной форме. Аэрокосмическим данным отведена роль «подложки», источника данных для обновления уже существующих векторных слоев или вспомогательная роль для повышения репрезентативности создаваемого картографического материала.

Однако современные профессиональные ГИС (ArcGis и Q-gis) и программное обеспечение для тематической обработки (Erdas и ENVI) имеют инструментарий для пространственного анализа растровых материалов, таких как тематические карты на основе обработки аэрокосмических данных дистанционного зондирования. Важно понимать, что результат дешифрирования в подавляющем большинстве случаев не является итоговой формой представления картографического продукта. К примеру, на основе карты классификации растительности по породному составу можно получить план лесных насаждений, проект расстановки тестовых площадей, карты пожарной опасности и другие лесоустроительные картографические материалы. Для их получения требуются проведение совместного анализа пространственных данных из различных историков и наличие алгоритмов геоинформационного моделирования.

1. Постановка задачи и исходные данные. Задачи:

1. Подготовить наборы исходных данных для обработки в ГИС.

2. Согласовать границы слоев загрязненности и административного деления на территории Московской области.

3. Создать условия для расчета общего интегрального балла напряженности экологической обстановки.

4. Выбрать легенду и создать макет для вывода картографической информации на печать.

Исходные данные:

1. Слой векторных объектов электронной карты с административным делением на Московскую область.

2. Слой векторных объектов электронной карты с общим состоянием загрязненности Московской области в баллах.

2. Подготовка исходных данных для дальнейшей обработки в ГИС.

Откройте векторные слои **MOzagr.shp** и **AdminMO.shp** в новом проекте Q-gis. Откройте через контекстное меню слоя таблицы атрибутов данных слоев. **MOzagr.shp** представляет собой слой, содержащий информацию об общем уровне загрязненности территорий в баллах (колонка Level) без какойлибо привязки к административным границам. Слой **AdminMO.shp** содержит информацию по наименованиям и положению границ административных единиц Московской области. Оба этих слоя в базовом представлении не являются репрезентативными, поэтому для упрощения восприятия с ними нужно немного поработать.

Откройте через контекстное меню свойства слоя **MOzagr.shp** и в графе «Стиль» выберите вместо «Обычный знак» принцип классификации «Градуированные значения». Выставите градиент от зеленого к красному, где зеленым будут отображаться малые, а красным — большие значения параметра Level. Расклассифицируйте объекты слоя по моде «Равные интервалы» на 10 уникальных классов и примите предложенную схему.

В слое AdminMO.shp настройте вид отображения так, чтобы показывались только границы площадных объектов без заливки. Выделите границы фиолетовым цветом. Настройте автоматическую подпись объектов через свойства слоя по полю Name. Результат этих операций показан на рис. 8.3.

3. Согласование границ слоев загрязненности и административного деления на территории Московской области.

Обратите внимание на то, что векторные объекты слоев проекта не согласованы между собой. Поэтому без дополнительных операций ГИС-анализа невозможно получить интегральный показатель на каждую отдельную административную единицу. Одним из самых простых и часто использующихся способов решения этой задачи является создание слоя рассеченных контуров, в котором векторный слой-основа дробиться на части слоем-разделителем.

Выберите команду главного меню «Вектор»-«Геообработка»-«Пересечение». В открывшемся диалоге функции выберите слой с экологической обста-



Рис. 8.3. Настройка режима отображения слоев с исходной информацией

новкой в качестве исходного, а административное деление в качестве оверлейного слоя. Оставьте остальные параметры принятыми по умолчанию и запустите процесс. Полученный вектор будет автоматически добавлен в набор рабочих слоев электронной карты (рис. 8.4).



Рис. 8.4. Создание векторного слоя рассеченных контуров на основе двух исходных слоев

Откройте таблицу атрибутов и убедитесь, что данная операция не приведет к потере информации об объектах — помимо параметра напряженности экологической обстановки у каждого контура из полученного слоя есть значение принадлежности к административной единице. 3. Создание условий для расчета общего интегрального балла напряженности экологической обстановки для каждой административной единицы.

Относительный уровень загрязнений *В* по каждому округу будет рассчитываться как средневзвешенное значение попавших в него контуров уровней загрязнения:

$$B = \sum_{i} \frac{B_i S_i}{S},$$

где B_i — соответствующий *i*-му контуру балл загрязнения; S_i — площадь *i*-го контура в пределах округа; S — общая площадь округа.

Создайте условие, при котором в ГИС будет автоматически рассчитываться числитель данной формулы. Для этого, используя уже известные функции, добавьте в таблицу атрибутов колонку для расчета площадей **CutArea**, чтобы автоматически рассчитать их для каждого объекта (рис. 8.6). По умолчанию функция \$area рассчитывает площади объектов в метрах, но исходя из формулы для решения данной задачи единицы измерения не принципиальны.

LEVEL	. Id	Name	CutArea *			
37	1	0 Mojayskiy	3466923487,15			
37	1	0 Ruszkiy	2466091183,76	📿 Калькулятор полей		×
37	1	0 Shatursky	2402419560,75	Обновить только 1 выделенных объектов		
87	1	0 Volokolamskya	2220983236,17	✓ Создать новое поле	Обновить существующее поле	
37	1	0 Naro-fominskiy	2107386266,71	Создать виртуальное поле		
37	1	0 Istrinsky	2013414474,89	Иня поля CutArea Тип Десятичное число (real) *		v
37	1	0 Shahovsky	1913368555,31	Разнер 20 Ф Точность 10 Ф		
19	1	0 Dmitrovsky	1835033345,42	Выражение Радактор функций		
37	1	0 Odincovskiy	1831949517,62		Q. So (I) Show Help	
37	1	0 Lotoshinskiy	1813522027,44	\$area	▼ Геометрия	Returns the area of the current feature.
19	1	0 Taldomskiy	1598805862,17		 Недавние (fieldcalc) 	The area calculated by this function respects both the current project's
15	9	0 Moskva	1593913620,59		Sarea Sarea	ellipsoid setting and area unit settings. For example, if an ellipsoid has been set
37	1	0 Stupinsky	1591804116,44			for the project then the calculated area will be ellipsoidal, and if no ellipsoid is set
37	1	0 Klinskaya	1591272023,42			planimetric.
37	1	0 Lugovitsky	1556746961,23			Синтаксис
37	1	0 Egoryevsky	1349872292,34			Sarea
19	1	0 Pavlovo-Posads	1294109974,54	Предпросмотр: 191471012.72953874		
10	3	0 Orehovo-Zuevsky	1247711456,10			
37	1	0 Chehovsky	1228971119,67			ОК Отнена Справка
34	2	0 Serebryano-Pru	1194609783,28	L		

Рис. 8.5. Расчет площадей объектов из слоя рассеченных контуров

Добавьте в таблицу атрибутов данного слоя колонку $B \times S$ и, используя выражение LEVEL * CutArea, перемножьте площади объектов на их показатели загрязнения (рис. 8.6). Каждое полученное значение для *i*-го участка будет произведением категории загрязненности B_i этого участка и площади участка S_i .

Следующим шагом будет объединение объектов слоя рассеченных контуров командой главного меню **«Вектор»-«Геообработка»-«Объединение по признаку»**. Выставите в качестве слоя объединения рассеченные контуры с рассчитанным для каждого объекта показателем $B \times S$. В качестве поля, по которому будет проходить объединение, укажите поле **Name**. Выполните операцию. В результате все объекты слоя с одинаковыми значениями в графе Name будут объединены в один объект (рис. 8.7). Программа автоматически посчитает суммы $B \times S$ и **CutArea** в соответствующих колонках таблицы.

1.2 AFE	3 - * A										
-	AREA	PERIMETER	LEVEL	*	ld	Name	CutArea	BxS			
	0,003119	0,252437		1		0 Solnechnogorskiy	38649510,5503	38649510,5503	2		
	0,001844	0,179752		1		0 Sherbinsky	20648553,1755	20648553,1755	Consequences notes		
	0.001844	0.179752		1		0 Naro-forninskiy	2200515.51812	2200515.51812	Обновить талько 1 выделенных объектов		
	0,004853	0,391181		1		0 Podolsky	44916095,3282	44916095,3282	Compare and the more	Contentus cyntecutytentes none	
	0,004853	0,391181		1		0 Naro-fominskiy	15225556,8100	15225556,8100	iner name (bG		
	2,746281	37,951037		1		0 Mojayskiy	3466923487.15	3466923487,15	Tan Decemenade vecto (real) *		
	2,746281	37,951037		1		0 Domodedovsky	747565512,581	747565512,581	Разнер 20 Ф Танность 10 Ф		
	2,746281	37,951037		1		0 Lugovitsky	1556746961,23	1556746961,23	Выражение Редоктор функций		
	2,746281	37,951037		1		0 lstrinsky	2013414474,89	2013414474,89	=+-7**ШСУЖ	Q. Rovex Show Values	Figure 1 - Figure
	2,746281	37,951037		1		0 Volokolamskva	2220983236.17	2220983236.17	"CutArea" * "LEVEL"	 Общие Объединяет 	
1	2,746281	37,951037		1		0 Podolsky	768861596,820	768861596,820		Операторы Переменные Поля и значения	
2	2,746281	37,951037		1		0 Shahovsky	1913368555,31	1913368555,31			Serveneer Q. Douce
3	2,746281	37,951037		1		0 Ruszkiy	2466091183,76	2456091183.76		1.2 AREA	All Unique 10 Samples
4	2,746281	37,951037		1		0 Krasnoporsky	23118397,8109	23118397.8109		127 PERIMETER 123 LEVEL	
5	2.746281	37.951037		1		0 Odincovskiv	1831949517.62	1831949517.62.		123 Id alter Narren	
6	2,746281	37,951037		1		0 Nato-fomioskiy	2107386266.71.	210738626671		1.2 CutArea	
7	2 746281	17 95 10 17				0 Lonoshinskiy	1813522027.44	1813522027.44	Предпроснотр: 382942825.4590775	• Преобразования	
	2.746.281	27.051027				0 Kinckara	1501273022.42	1501272022.42			
	2.746284	27.664027				0 Solarshapper	1071101089.34	1072101069.24			ОК Отнена Справи
	2746201	27 05 1027				0 Designation	105573 600776	105532 600276			
	3,746281	37,931037				O Ouskeye Zustala	700131 603305	700131503300			
	2,740201	37,901037				v vienovo-zuevsky	190121,003299	190121.503299			
5	2,/46281	37,951037		1		0 Shatursky	2402419560,75	2402419560,75			

Рис. 8.6. Расчет произведения критерия загрязненности на площадь для каждого объекта слоя



Рис. 8.7. Слой административного деления

Обратите внимание на то, что функция объединения в Q-gis не всегда работает корректно, как это можно увидеть на экране. В результате работы операции образовалось много артефактных линий, которые потом придется очищать вручную.

Добавьте в таблицу атрибутов колонку *B*. Используя функции, автоматически рассчитайте ее значения по формуле, разделив значения $B \times S$ на **CutArea** для каждой административной единицы (рис. 8.8). Не забудьте указать точность = 0, так как нас интересует только целое значение критерия.

Откройте таблицу атрибутов и проверьте полученные значения. Если в некоторых графах возникнут значения типа 5.999999999, округлите их и поправьте вручную.

4. Выбор легенды отображения электронной карты и создание ее макета для демонстрации в упрощенном виде.

Для начала вручную или любым другим способом удалите артефактные линии, возникшие в процессе выполнение операции объединения по атрибуту. Устраните ошибки топологии, если они возникнут (рис. 8.9).

	ть новое г	оле			Обно	вить существующее	поле			
Созда	ть виртуал	ное поле								
імя поля	В									
Гип	Десятичн	ре число (real)		¥						
размер	20	• Точность	0	\$						
0										
выражен	Aue Pe	актор функции								
= +	1	* ^		'\n'	Q	, Поиск	Show Values			Courses field
lin.cl					•	Объединяет				pynna neiu
"BXS"	/ "CutA	rea"			×	Операторы		Double-c	lick to add field n	ame to
					۰,	Переменные		Right-Clic	n string. k on field name to	o open context
						Поля и значения		menu san	nple value loading	g options.
						NULL				
						1.2 AREA		Значения	Q Поиск	
						123 LEVEL			All Unique	10 Samples
						123 LEVEL				
						abc Name				
						1.2 CutArea				
						1.2 BxS				
						1.2 N				

Рис. 8.8. Расчет интегрального показателя относительного уровня загрязнений для каждого района



Рис. 8.9. Вид слоя интегрального показателя загрязнения перед началом оформительских работ

Выберите в стиле слоя режим легенды «Уникальные значения» с таким расчетом, что минимальному значению параметра В соответствовали зеленые тона, а максимальному — красные. Подпишите объекты этого слоя по полю Name с параметрами по умолчанию (рис. 8.10). В режиме создания макета оформите карту так, как показано на рис. 8.11.

Геоинформационное моделирование при решении задач экологического мониторинга 63



Рис. 8.10. Вид слоя электронной карты показателя загрязненности по районам Московской области



Рис. 8.11. Вид макета созданной карты экологической оценки

Контроль

Практическая часть занятия считается успешно выполненной, если обучающийся представит преподавателю качественно оформленный картографический материал административно-территориальной оценки экологической ситуации по интегральному критерию на территорию Московской области.

Самостоятельная работа

Самостоятельно создайте и оформите карту оценки экологической ситуации по интегральному критерию на заданную территорию по-своему варианту.

Контрольные вопросы и задания

1. Дайте определение понятию «ГИС-анализ».

2. Дайте определение понятию «ГИС-моделирование».

3. Перечислите несколько задач, решаемых методами ГИС-анализа.

4. Перечислите несколько задач, решаемых методами ГИС-моделирования.

5. Какую роль могут выполнять растровые данные дистанционного зондирования в процессе оформления картографического материала?

6. Почему результата дешифрирования космического снимка в большинстве случаев недостаточно для создания репрезентативного картографического материала?

7. Опишите принцип работы команды «Объединить по атрибуту» и дайте примеры задач, при которых ее применение будет оправдано.

8. Опишите принцип работы команды «Пересечение» и дайте примеры задач, при которых ее применение будет оправдано.

9. Дайте примеры информативной цветовой легенды карты экологической напряженности.

10. Опишите процесс перехода от результата ГИС-моделирования к оформленному картографическому материалу в Q-gis.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 9

Использование калькулятора растров при решении задач аэрокосмического мониторинга

Цель занятия: в общем виде познакомиться со средствами выполнения математических и логических операций с растровыми данными в ГИС на примере создания вегетационного индекса в Q-gis.

Задание: создать индексное изображение на заданную территорию, используя калькулятор растровых каналов в ГИС.

Большая часть современной космической аппаратуры дистанционного зондирования выполняет съемку земной поверхности одновременно в нескольких зонах энергетического спектра, также называемых «каналами» (bands). В общем представлении наборы мультиспектральных данных представляются собой некоторое число растровых изображений снимаемой сцены, полученных в различных спектральных диапазонах. Число, положение и центры каналов данных диапазонов определяются параметром спектральное разрешение (рис. 9.1).

На спектральную отражательную способность растительности в зависимости от интервала длин волн оказывают влияние длины волн от 0,4 до 0,7 мкм — пигменты листьев; длины волн от 0,7 до 1,3 мкм (ближняя ИК-зона) — особенности клеточной структуры хвои и листьев; длины волн 1,3...2,5 мкм — от содержания влаги в растительных тканях. С учетом уникальных особенностей формы спектральной кривой, характерных для древесной растительности, существует возможность разработать различного рода спектральные признаки для оценки состояния древесных насаждений. Знание и понимание закономерностей, влияющих на особенности спектрального отражения растительности, позволяют оценивать ее состояние. При исследовании спектральных свойств



Рис. 9.1. Положение спектральных отражательных кривых типовых объектов местности относительно чувствительных диапазонов четырехканальной съемочной аппаратуры

крон деревьев можно посредством оценки взаимосвязей на основе содержания пигментов регистрировать изменения состояния растений на ранних стадиях растительной деградации, когда еще нет явных проявлений дехромации (изменение внутреннего положения частиц в теле объектов) и дефолиации листьев и хвои.

Вегетационные параметры очень часто измеряются посредством преобразования спектра отражения в набор вегетационных индексов. Большая часть ориентированных на исследование структуры индексов используют комбинацию отражения в ближнем инфракрасном и красном каналах, такие как широко изученные и популярные NDVI (нормализованный разностный вегетационный индекс) и SR («простое отношение»). Причина этого заключается в том, что на красную зону приходится максимум поглощения солнечной энергии хлорофиллом, а на ближний инфракрасный диапазон — максимум ее отражения за счет специфики клеточного строения листа. Таким образом, лежащая в основе этих индексов методология опирается на сравнение энергии, отраженной в «абсорбционных» длинах волн, с отраженной энергией в «не абсорбционных». В настоящее время ученые разработали большое число разнообразных объектно-ориентированных индексов (рис. 9.2), применяющихся для решения разнообразных тематических задач.

Разновидность вегетационного индекса (ВИ)	Формула и краткое описание	Авторы
Нормализованный разностный ВИ (Normalized Difference VI, NDVI)	$NDVT = \left(rac{ ho_{NR} - ho_{RED}}{ ho_{NR} + ho_{RED}} ight)$ Индекс может принимать значения от -1 до 1. Для растительности индекс NDVI принимает положительные значения, обычно от 0.2 до 0.8	Впервые описан Rouse B.J. и др., 1973, концепция впервые пред- ставлена Kriegler F.J. и др., 1969
Усовершенствованный вегетационный индекс (Enhanced Vegetation Index, EVI)	$EVI = \left(\frac{\rho_{_{NIR}} - \rho_{_{RED}}}{\rho_{_{NIR}} + C_1 \cdot \rho_{_{RED}} - C_2 \cdot \rho_{_{RLUE}} + L}\right) \cdot (1 + L)$ Коэффициенты С1, С2 и L эмпирически установлены как равные 6.0, 7.5, и 1.0 соответственно (Huete и др., 1997). Индекс может принимать значения от –1 до 1. Для зеленой растительности обычны значения от 0.2 до 0.8	Rouse J.W. и др., 1973 Tucker C.J., 1979 Jackson R.D. и др., 1983 Kriegler F.J. и др., 1969 Sellers P.J., 1985 Huete A.R. и др., 1997
Инфракрасный вегетационный индекс (Infrared Percentage VI, IPVI)	$IPVI = \left(\frac{\rho_{NIR}}{\rho_{NIR} + \rho_{RED}}\right) = \left(\frac{NDVI + 1}{2}\right)$ Функционально IPM и NDVI эквивалентны. Индекс может принимать значения от 0 до 1. Для зеленой растительности характерны значе- иче от 0.6 до 0.0	Crippen R.E., 1990

Рис. 9.2. Некоторые распространенные вегетационные индексы

В основе современного подхода к расчету индексов лежит принцип представления растрового изображения как матрицы — математический объект, записываемый в виде прямоугольной таблицы элементов кольца или поля (например, целых, действительных или комплексных чисел), которая представляет собой совокупность строк и столбцов, на пересечении которых находятся ее элементы — пикселы изображения. К ним в полной мере применимы соответствующие математические методы. По определению, пространственноориентированные индексы представляют собой построенные по определенным математическим законам дробнолинейные комбинации каналов аэрокосмической съемки. Получаемое в результате изображение будет представлять собой панхроматический растровый файл, в каждом пикселе которого будет значение индекса, соответствующе данному фрагменту местности. Переход от индексного изображения к тематическому картографическому материалу — отдельный процесс, который может включать в себя дисперсионный и корреляционный анализы, построение регрессионной кривой, выделение интервалов и прочие подходы, для реализации которых может потребоваться опорная информация вроде результатов наземных исследований.

1. Постановка задачи и исходные данные.

Задачи:

1. Научится анализировать наборы мультиспектральных данных в ГИС и строить простые вегетационные индексы.

2. Научится выполнять выборку интересующих данных на растровом изображении и проводить на их основе растрово-векторные преобразования.

Исходные данные:

1. Набор каналов, полученных в результате съемки с космического аппарата Sebtinel-2B.

2. Файл с калибровочными данными, содержащий информацию о спектральных диапазонах космического сенсора дистанционного зонирования (ДЗ).

Исходные данные находятся в архиве AeroSpaceMon1.zip, который прилагается к данному учебному пособию.

2. Загрузка набора каналов мультиспектральной съемки в рабочий проект и изучение его калибровочных данных.

Используя уже известные команды и действия, откройте в проекте растровые слои формата **jpg2000** под номерами **2**, **3**, **4**, **6**, **8**. Откройте в любом обзорщике фотографий Windows файл calibration.bmp (рис. 9.3).

Проанализируйте информацию из файла калибровочных данных. В графе Sentinel-2 bands указаны порядковый номер канала и его идентификатор. Сопоставляя информацию из данной таблицы и названия загруженных в проект



	faction (Rentinel C		
Sentinel-2 bands	Sentimeta		Sentinel-2		
	Central wavelength (nm)	Bandwidth (nm)	Central wavelength (nm)	Bandwidth (nm)	Spatial resolution (m)
Band 1 - Coastal aerosol	442.7	21	442.2	21	60
Band 2 – Blue	402.4	66	402.1	66	10
Band 3 - Green	559.8	36	559.0	38	10
Band 4 - Red	664.6	31	664.9	31	10
Band 5 - Vegetation red edge	704.1	15	703.8	16	20
Band 6 - Vegetation red edge	740.5	15	739.1	15	20
Band 7 - Vegetation red edge	782.8	20	779.7	20	20
Band 8 – NIR	832.8	105	832.9	106	10
Band 8A - Narrow NIR	864.7	21	854.0	22	20
Band 9 - Water vapour	945.1	20	943.2	21	60
Band 10 - SWIR - Cirrus	1373.5	31	1376.9	30	60
Band 11 - SWIR	1613.7	91	1610.4	94	20
Band 12 - SWR	2202.4	175	2185.7	185	20

Рис. 9.3. Исходный набор рабочих данных

файлов, можно сделать однозначный вывод о том, что доступны каналы синего (2 = blue), зеленого (3 = green), красного (4 = red), «красного склона» (6 = red edge), ближнего инфракрасного (8 = nir) диапазонов. Обратите внимание, что центры каналов (Central wavelength) для спутниковых систем Sentinel 2-а и Sentinel 2-b различаются. Также у данных дистанционного зондирования различается пространственное разрешение (Spatial resolution) в зависимости от канала. Визуально сравните данные в слоях 8 и 6 и убедитесь в этом сами.

3. Создание простого вегетационного индекса NDVI посредством использования калькулятора растров

Нормализованный вегетационный индекс **NDVI** является популярным и изученным инструментом для решения различного рода задач, связанных с изучением состояния растительности. Его формула сравнительно проста:

$$\mathbf{NDVI} = \frac{\mathbf{NIR} - \mathbf{Red}}{\mathbf{NIR} + \mathbf{Red}},$$

где NIR — ближний инфракрасный свет; Red — видимый красный свет.

Для расчета данного индекса понадобятся каналы **красного** и **ближнего инфракрасного** диапазонов, т. е. каналы **4** и **8** соответственно.

Вызовите командой «Растр»-«Калькулятор растров» соответствующий интерфейс и сформируйте формулу и параметры создаваемого результирующего файла (рис. 9.4).



Рис. 9.4. Создание индексного изображения и использование калькулятора растров

Здесь можно задать название, положение, формат, координаты углов и проекцию результирующего файла, а также собрать формулу вегетационного индекса используя операторы и каналы из списка. В общем случая формула для вычисления в текущей задаче будет выглядеть так:

$$((((8@1)) - ((4@1))) / (((8@1)) + ((4@1)))))$$

Нажмите **OK**, и рассчитанное изображение вегетационного индекса будет добавлено в рабочий набор (рис. 9.5). При желании для повышения информативности можно создать легенду через интерфейс настройки стиля слоя.



Рис. 9.5. Вегетационный индекс NDVI

Самостоятельно рассчитайте вегетационный индекс Simple Ratio по формуле

$$\mathbf{SR} = \frac{\mathbf{NIR}}{\mathbf{Red}}.$$

4. Отберите растительные объекты по значениям, принимаемым вегетационным индексом.

Попробуйте выделить растительные объекты, не относящиеся к разряженным. Данные категории объектов, исходя из своих спректрально-отражательных свойств, будут иметь значения **NDVI** более 0,35. Составьте соответствующее уравнение в калькуляторе растров и оцените его работу (рис. 9.6). Все пикселы изображения были расклассифицированы на два класса **густая растительности** и **прочее**.



Рис. 9.6. Выделение растительных объектов по индексу NDVI

Самостоятельно попробуйте выделить водные объекты, принимающие отрицательные значения на индексном изображении **NDVI**.

5. Преобразуем результат классификации в векторный файл для дальнейшей обработки в ГИС.

Растровое представление информации не всегда удобно для последующего использования в процессе ГИС-анализа и ГИС- моделирования. Поэтому распространенной практикой является перевод результатов классификации в векторный формат. Командой «Растр»-«Преобразование»-«Создание полигонов (растр в вектор)». Выберите в качестве исходного файла свой результат классификации, оставьте остальные параметры по умолчанию и запустите утилиту. В результате будет создан векторный файл, содержащий в себе контуры неразряженной растительности, определенный по значениям вегетационного индекса (рис. 9.7).



Рис. 9.7. Результат преобразования растрового изображения в векторный файл

Самостоятельно преобразуйте сделанное ранее растровое изображение водных объектов в векторный файл.

Контроль

Практическая часть занятия считается успешно выполненной, если обучающийся представит преподавателю векторные слои, содержащие в себе неразряженные растительные и водные объекты на исследуемую территорию.

Самостоятельная работа

Самостоятельно создайте векторные слои для водных и растительных объектов на основе вегетационного индекса **NDVI**₇₅₀ на заданную территорию

по своему варианту. Выделите водные объекты исходя из предположения, что значение индекса для них будет расположено в диапазоне отрицательных значений.

Контрольные вопросы и задания

1. Дайте определение понятию «канал», применимое к результатам аэрокосмической съемки.

2. Дайте определение понятию «спектральное разрешение» применительно к результатам дистанционного зондирования.

3. В каком интервале длин волн на спектральную отражательную способность растительности будет оказывать наибольшее влияние ее клеточная структура?

4. Напишите формулу вегетационного индекса NDVI.

5. Что будет представлять собой каждый отдельный пиксел индексного изображения?

6. Что такое «файл калибровочных данных» применительно к материалам дистанционного зондирования?

7. Опишите общий принцип работы утилиты «калькулятор растров» в Q-gis?

8. Каким образом можно сделать панхроматическое изображение вегетационного индекса более информативным для визуального анализа в ГИС?

9. Какими средствами в данной работе происходило выделение категорий интересующих объектов по вегетационному индексу?

10. В общих чертах опишите суть растрово-векторного преобразования.

Литература

Наумов П.П. Основы комплексного мониторинга ресурсов природопользования. Теория, методология, концепция: учебник. СПб.: Лань, 2019. 196 с.

Миртова И.А. Космический мониторинг ландшафтов: учебное пособие. М.: МИИГАиК, 2012. 200 с.

Шовенгердт Р.А. Дистанционное зондирование. Модели и методы обработки изображений: учебное пособие / пер. с англ. А.В. Кирюшина, А.И. Демьяникова. М.: Техносфера, 2010. 556 с.
Содержание

Предисловие	3
Практическое занятие № 1. Приведение наборов растровых данных к единой системе пространственных координат в географической информационной системеКонтрольные вопросы и задания	4 10
Практическое занятие № 2. Создание и редактирование объектов векторных слоев электронной карты в географической информационной системе	12 21
Практическое занятие № 3. Основы дешифрирования и векторизации объектов местности по аэрокосмическим снимкамКонтрольные вопросы и задания	22 26
Практическое занятие № 4. Топографический мониторинг по аэрокосмическим данным дистанционного зондированияКонтрольные вопросы и задания	27 34
Практическое занятие № 5. Динамический аэрокосмический мониторинг с использованием топографических картографических материалов	35 41
Практическое занятие № 6. Аэрокосмический мониторинг состояния лесов с использованием спектральных и текстурных признаковКонтрольные вопросы и задания	42 47
Практическое занятие № 7. Аэрокосмический мониторинг чрезвычайных ситуаций на лесопокрытых территориях Контрольные вопросы и задания	48 55
Практическое занятие № 8. Геоинформационное моделирование при решении задач экологического мониторингаКонтрольные вопросы и задания	56 64
Практическое занятие № 9. Использование калькулятора растров при решении задач аэрокосмического мониторингаКонтрольные вопросы и задания	65 71
Литература	72

Учебное издание

Коновалов Леонид Анатольевич Митрофанов Евгений Михайлович Чумаченко Сергей Иванович Князева Марина Данииловна

Аэрокосмический мониторинг

Художник Я.М. Асинкритова Корректор О.В. Новикова Компьютерная верстка Е.В. Жуковой

Оригинал-макет подготовлен в Издательстве МГТУ им. Н.Э. Баумана.

В оформлении использованы шрифты Студии Артемия Лебедева.

Подписано в печать 21.06.2021. Формат 70×100/16. Усл. печ. л. 6.01. Тираж 87 экз. Изд. № 879-2020. Заказ

Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана. 105005, Москва, улица 2-я Бауманская, д. 5, к. 1. press@ baumanpress.ru https://bmstu.press

Отпечатано в типографии МГТУ им. Н.Э. Баумана. 105005, Москва, улица 2-я Бауманская, д. 5, к. 1. baumanprint@gmail.com