

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР
«КОЛЬСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК»

(ФИЦ КНЦ РАН)

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ

По дисциплине Б1.Б.03 Компьютерные технологии в геологии
указывается цикл (раздел) ОП, к которому относится дисциплина, название дисциплины

Для направления подготовки (специальности) 05.04.01 Геология
код и наименование направления подготовки (специальности)

Направленность программы (профиль) Прикладная геохимия, минералогия и петрология
наименование профиля /специализаций/образовательной программы

Квалификация выпускника, уровень подготовки магистр
(указывается квалификация (степень) выпускника в соответствии с ФГОС ВО)

Апатиты

2020

Лист согласования

1 Разработчик:

доцент
должность

УАиМ



подпись

С.В. Мудрук
И.О. Фамилия

ст. преподаватель
должность

УАиМ



подпись

А.В. Чернявский
И.О. Фамилия

2 Методические указания рассмотрены и одобрены на заседании учебно-методической комиссии управления аспирантуры и магистратуры « 29 » июня 2020 г., протокол № 02.

Председатель УМК УАиМ

29.06.2020
дата

подпись



Л.Д. Кириллова
И.О.Фамилия

ОБЩИЕ ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Методические указания составлены в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта по образовательной программе высшего образования – программе магистратуры по направлению подготовки 05.04.01 Геология, утвержденного приказом Минобрнауки России от 28.08.2015 г. № 912.

Цель дисциплины (модуля) «Компьютерные технологии в геологии» – подготовка к научно-исследовательской деятельности, связанной с проектированием и созданием баз геоданных, использованием программных и инструментальных средств ввода пространственной информации в базы геоданных, обработки пространственных данных геологических исследований и данных, необходимых для решения задач природопользования. В результате освоения данной дисциплины должны быть приобретены навыки работы с программными и инструментальными средствами ввода пространственной информации в компьютер, создания, редактирования и обработки электронных карт.

Применение современных технологий в фотографии для получения панорам микрообъектов (шлифы, аншлифы) и/или территориально распространенных объектов (обнажений). Создание фотореалистичных объемных моделей рельефа. Использование полученных данных при картировании местности.

Научиться получать макрофотографии минеральных видов с использованием методов расширения глубины резко изображаемого пространства.

Задачи дисциплины:

- понять, в каких случаях применяются различные системы координат;
- освоить методы пространственной привязки растровых и векторных данных;
- освоить методы оцифровки карт;
- получить представления об использовании баз данных для хранения и организации информации;
- подготовка к использованию карт в условиях полевых работ;
- создание объемных моделей, панорам и снимков с увеличенной глубиной резко изображаемого пространства на основе фотографии.

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать:

- теоретические и методологические основы представления геопространственной информации с использованием различных моделей данных;
- принцип формирования изображения цифровых камер, цветовые модели и цветовой охват.

Уметь:

- самостоятельно проектировать и разрабатывать структуру геоинформационных БД;
- получать и обрабатывать цифровые изображения различными методами.

Владеть:

- технологией создания, наполнения, верификации геоинформационных БД; навыками работы с программными средствами ввода пространственной информации в компьютер;
- навыками работы с цифровыми камерами и программным обеспечением для коррекции изображений.

Планируемые результаты обучения в рамках данной дисциплины

Процесс изучения дисциплины (модуля) «Компьютерные технологии в геологии» направлен на формирование элементов компетенций в соответствии с ФГОС ВО 05.04.01 Геология (уровень магистратуры). Результаты формирования компетенций и обучения представлены в таблице.

Таблица 1 – Результаты обучения

№ п/п	Код компетенции	Компоненты компетенции, степень их реализации	Результаты обучения
1.	ОК – 3. Готовность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала.	Компоненты компетенции соотносятся с содержанием дисциплины, и компетенция реализуется полностью	Знать: - основные понятия, цели, задачи компьютерных технологий. Уметь: - формулировать цели и определять пути их достижения; - находить информацию в различных источниках.

			<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методами сбора информации, ее обработки и анализа.
2.	<p>ОПК – 1.</p> <p>Способность самостоятельно приобретать, осмысливать, структурировать и использовать в профессиональной деятельности новые знания и умения, развивать свои инновационные способности.</p>	<p>Компоненты компетенции соотносятся с содержанием дисциплины, и компетенция реализуется полностью</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные проблемы в области компьютерных технологий. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - самостоятельно анализировать и систематизировать новые знания; - структурировать и использовать новые знания; - развивать инновационные способности. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методами адаптации новых знаний в профессиональной деятельности.
3.	<p>ОПК-3. Способность применять на практике знания фундаментальных и прикладных разделов дисциплин, определяющих направленность (профиль) программы магистратуры.</p>	<p>Компоненты компетенции соотносятся с содержанием дисциплины, и компетенция реализуется полностью</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные понятия фундаментальных и прикладных разделов дисциплин, определяющих направленность (профиль) программы магистратуры. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - применять на практике знания фундаментальных и прикладных разделов дисциплин, определяющих направленность (профиль) программы магистратуры. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методами использования на практике знаний

			фундаментальных и прикладных разделов дисциплин, определяющих направленность (профиль) программы магистратуры.
4.	ОПК-4. Способность профессионально выбирать и творчески использовать современное научное и техническое оборудование для решения научных и практических задач.	Компоненты компетенции соотносятся с содержанием дисциплины, и компетенция реализуется полностью	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - современное научное и техническое оборудование, используемое для решения научных и практических задач геологии. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - профессионально выбирать и творчески использовать современное научное и техническое оборудование для решения научных и практических задач. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методами обработки информации, полученной с использованием современного научного и технического оборудования.
5.	ПК – 1. Способность формировать диагностические решения профессиональных задач путем интеграции фундаментальных разделов геологических наук и	Компоненты компетенции соотносятся с содержанием дисциплины, и компетенция реализуется полностью	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - базовые понятия фундаментальных разделов геологических наук и компьютерных технологий. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - формировать диагностические решения профессиональных задач путем интеграции фундаментальных разделов геологических наук и

	специализированных знаний, полученных при освоении программы магистратуры.		компьютерных технологий. Владеть: - методами интеграции фундаментальных разделов геологических наук и компьютерных технологий.
6.	ПК-3. Способность создавать и исследовать модели изучаемых объектов на основе использования углубленных теоретических и практических знаний в области геологии.	Компоненты компетенции соотносятся с содержанием дисциплины, и компетенция реализуется полностью	Знать: схемы анализа изучаемых объектов на основе использования углубленных теоретических знаний; Уметь: создавать и исследовать модели анализа изучаемых объектов; Владеть: навыками практических знаний в области анализа геологических объектов, используя компьютерные технологии.
7.	ПК-6. Способность использовать современные методы обработки и интерпретации комплексной информации для решения производственных задач.	Компоненты компетенции соотносятся с содержанием дисциплины, и компетенция реализуется полностью	Знать: - цели и задачи современных методов обработки и интерпретации комплексной геологической информации. Уметь: - использовать современные методы обработки и интерпретации комплексной информации для решения производственных задач. Владеть: - методы обработки и интерпретации комплексной геологической информации.

Перечень дисциплин и их разделов, усвоение которых необходимо студентам для изучения данной дисциплины.

1. Информатика.
2. Разделы высшей математики: математический анализ, линейная алгебра, геометрия, элементы теории вероятностей и математической статистики.
3. Основы компьютерных технологий решения профессиональных задач.

Таблица 2 - Перечень практических работ.

№ п/п	Наименование практических работ	Количество часов	Наименование темы по табл. 4
3 семестр			
1.	Программное обеспечения для работы с интернет ресурсами (SAS Planet, QMS(QGIS), ArcticDEM, ALOS (DEM)).	2	1
2.	Методы привязки растровых карт. Форматы хранения.	2	2
3.	Подготовка и экспорт геометрии из векторных пакетов CorelDraw, AdobeIllustrator.	2	4
4.	Аффинные преобразования векторных данных.	2	4
5.	Методы оцифровки растровых карт. Таблица атрибутов. Форматы хранения.	2	4
6.	Базы данных grkg, sqlite.	2	4
7.	Растровый калькулятор. Обрезка и склейка растров.	2	5
8.	Построение и оформление изолиний.	2	5
9.	Точечные данные импорт/экспорт, оформление.	2	5
	Итого часов	18	
4 семестр			
1.	Работа с легендой, создание макета.	2	1
2.	Геологические индексы.	2	2
3.	Работа с макетом карт. Создание врезок. Отображение информации.	2	3
4.	Основы фотографии. Обработка.	2	5
5.	Создание панорам, бесплатные аналоги - Hugin.	2	6
6.	Анализ изображений. Jmicrovision.	2	7
7.	Фокус-стекинг.	2	7

8.	Фотограмметрия. Применение.	2	8
9.	Экспорт карт в формат для навигаторов. Мобильная навигация, добавление карт, регистрация точек.	2	8
Итого часов		18	

Рекомендации к выполнению практических работ

Практическая работа № 1.

Тема: «Программное обеспечения для работы с интернет ресурсами (SAS Planet, QMS(QGIS), ArcticDEM, ALOS (DEM))»

Цель: под руководством преподавателя научиться пользоваться программным обеспечением предоставляющим доступ к картографической информации.

SAS.Планета (SASPlanet) – программа, предназначенная для просмотра и загрузки на жёсткий диск компьютера спутниковых снимков высокого разрешения и обычных карт, предоставляемых сервисами Google Earth, Google Maps, DigitalGlobe, «Космоснимки», Яндекс.карты, Yahoo! Maps, VirtualEarth, Gurtam, OpenStreetMap, eAtlas, iPhone maps, карты Генштаба и др. Все скачанные карты останутся у вас на компьютере, и вы сможете просматривать их даже без подключения к интернету. Помимо спутниковых карт возможна работа с политической, ландшафтной и совмещённой картами, а также с картами Луны и Марса.

Загрузка карт осуществляется как выделением некоторой области (возможно непрямоугольной), так и в процессе перемещения по карте. Карты часто обновляются – программа позволит вам загрузить только самые новые.

Основные функции

Помимо просмотра и загрузки в программе реализованы следующие полезные функции:

- работа с GPS-приемником;
- прокладка маршрутов;
- измерение расстояний;
- отображение файлов KML;
- поддержка сервиса Panoramio;

- формирование карты заполнения слоя – эта функция позволит посмотреть области на карте, которые вы уже загрузили в кэш или, наоборот, которые у вас отсутствуют;
- сохранение части карты в одно изображение, которое вы можете просмотреть и обработать в любом графическом редакторе, а также использовать в других ГИС-приложениях, например, OziExplorer (для которого программа создаст файл привязки);
- вы можете сохранять интересные вам места и впоследствии без проблем их отыскивать, а также сделать так, чтобы они всегда отображались на карте;
- карта обзора – поможет вам легко узнать о местоположении того места, которое вы сейчас просматриваете, а также быстро перейти к любому другому месту на карте;
- просмотр карты в полноэкранном режиме – что особенно удобно при невысоком разрешении экрана;
- конвертация из одного слоя всех предыдущих – позволит существенно сократить ваш интернет-трафик, например, вы можете скачать ваш город только на 18 масштабе, а все предыдущие сформировать на его основе;
- возможность экспорта карт в формат, поддерживаемый iPhone maps;
- возможность экспорта карт в формат, поддерживаемый мобильными Яндекс.Картами 3-й версии;
- возможность экспорта растровых карт в формат JNX, поддерживаемый навигаторами Garmin;
- загрузка и отображение объектов Wikimapia;
- поиск мест средствами Google и Яндекс;
- добавление пользовательских карт.

QMS – Этот инструмент может применяться для быстрого добавления базовой карты (т.н. подложки) в проект QGIS.

Растровая картографическая подложка часто выступает в качестве первого слоя, добавляемого для работы в проект. Подложка может быть представлена в виде различных интернет-сервисов: TMS, WMS, WMTS, ESRI ArcGIS Service или просто в виде тайлов XYZ.

В настольных ГИС существуют различные средства добавления подложек.

В QGIS, например, есть и собственные провайдеры данных и сторонние расширения для доступа к этим сервисам. WMS и WMTS протоколы реализованы в ядре QGIS. Доступ к TMS сервисам и тайлам XYZ можно организовать используя GDAL WMS Driver. В этом

случае нужно подготавливать специальный XML-файл с описанием для GDAL. Это не удобно, так как запомнить адреса сложно, а процесс их ввода каждый раз при смене рабочего места или проекта отнимает достаточно много времени, их надо где-то хранить и т.д.

Существующие расширения для оптимизации работы нас не устроили и мы сделали QuickMapServices — расширение, которое позволяет быстро и удобно работать с различными источниками данных, реализованных в виде интернет-сервисов.

Arcticdem - это государственно-частная инициатива NGA-NSF по автоматическому созданию высококачественной цифровой модели поверхности (DSM) Арктики с высоким разрешением с использованием оптических стереоизображений, высокопроизводительных вычислений и программного обеспечения для фотограмметрии с открытым исходным кодом.

Практическая работа № 2.

Тема: «Методы привязки растровых карт. Форматы хранения»

Цель: под руководством преподавателя научиться привязывать растровые карты различными методами.

Исходные данные предоставляются преподавателем в виде рисунков.

Растровые данные обычно получают путем сканирования бумажных карт или обработки аэрофотоснимков или спутниковых снимков. Наборы данных, полученные путем сканирования карт, обычно не имеют пространственной привязки (ни внутри набора, ни в виде отдельного файла). Иногда информация о местоположении, поставляемая в наборах данных аэрофотоснимков или космических снимков, является неточной, и такие данные не удастся корректно совместить с другими имеющимися пространственными данными. Поэтому, для использования некоторых наборов растровых данных совместно с другими вашими пространственными данными, необходимо осуществить пространственную привязку этих наборов растровых данных в системе координат карты. Система координат карты задается с помощью проекции карты (способ проецирования искривленной поверхности Земли на плоскость).

Пространственная привязка растровых данных выполняется указанием местоположения, с использованием координат карты, и присвоением системы координат фрейму данных. Пространственно привязанные растровые данные позволяют просматривать данные, выполнять к ним запросы и анализировать их вместе с другими географическими данными.

В основном, пространственная привязка растровых данных происходит с использованием имеющихся пространственных данных (целевых данных), таких как растры

с пространственной привязкой или класс векторный объектов, которые имеют нужную систему координат карты. Этот процесс включает определение серии опорных точек – известных координат x, y – которые связывают известные местоположения в наборе растровых данных с соответствующими местами в данных, имеющих пространственную привязку (целевые данные). Контрольными точками являются такие местоположения, которые можно легко определить в наборах растровых данных и которые имеют точные координаты. В качестве идентификаторов местоположений могут использоваться, например, пересечения дорог или водных потоков, устья рек, обнажения горных пород, углы улиц или площадей, пересечения лесозащитных полос.

Опорные точки используются для построения полиномиальной трансформации, с помощью которой набор растровых данных будет сдвинут в географически верное местоположение. Соединение между опорной точкой набора растровых данных (точка от) и соответствующей точкой уже выровненных данных (точка к) называется связью.

Необходимое количество связей зависит от сложности преобразования, которое вы планируете использовать для привязки набора растровых данных к карте. Добавление дополнительных связей не обязательно повышает точность преобразования. Если возможно, то лучше равномерно распределить связи по всему набору растровых данных, а не концентрировать их в одном месте. Обычно, наличие одной связи в каждом углу растра и нескольких посередине обеспечивает наилучший результат.

В основном, чем больше область перекрытия между набором растровых данных и целевыми данными, тем лучше результат привязки, поскольку опорные точки, по которым она строится, можно распределить наиболее равномерно. Например, если ваши целевые данные занимают четверть области набора растровых данных, опорные точки будут сконцентрированы только в этом районе. Таким образом, все, что не попадает в область перекрытия, скорее всего, будет привязано некорректно.

Имейте в виду, что точность данных, для которых вы выполняете пространственную привязку, не будет выше точности тех данных, по которым вы это делаете. Чтобы уменьшить количество ошибок, осуществлять пространственную привязку следует по данным самого высокого разрешения и самого крупного масштаба.

ТИПЫ ПРИВЯЗОК РАСТРОВЫХ КАРТ

1. По координатам градусной или метровой сеток.
2. По известным точкам с карты (гидросеть, тригопункты, особенности рельефа)
 - 2.1. По самостоятельно зарегистрированным точкам на местности с помощью навигатора.

3. Совмещение карт путем перемещения, поворота и масштабирования относительно уже привязанной карты.

Практическая работа № 3.

Тема: «Подготовка и экспорт геометрии из векторных пакетов CorelDraw, AdobeIllustrator» 2,0 часа.

Цель: под руководством преподавателя научиться оцифровывать и структурировать данные для экспорта.

Векторная графика. Векторные изображения, в отличие от растровых, существуют в виде набора математических формул (графических примитивов), которые описывают отдельные элементы картинки - линии, дуги, окружности и т.д. Эти элементы являются дискретными, они не связаны между собой, и их размеры легко изменить без потери качества картинки. Для воспроизведения векторного изображения надо задать параметры картинки на экране (разрешающую способность и размеры), после чего положение каждой точки картинки просто рассчитывается - по формулам, записанным в векторном графическом файле. Если растровое изображение можно сравнить с фотографией (по мягкости и насыщенности оттенками), то векторное изображение ближе к гравюре: оно резче и строже в переходах. Векторное изображение создается и редактируется средствами профессиональных приложений: CorelDRAW, Adobe Illustrator, FreeHand и др. При работе используются всевозможные математические описания сегментов и областей, закрепленные отметки и т.п. Сфера применения векторной графики широка. *Во-первых*, она играет едва ли не главную роль в компьютерной полиграфии. Векторными методами формируются не только шрифты TrueType, но и сотни разнообразных картинок (от изображения людей, предметов до различных украшений), которые легко масштабировать и использовать в печатных изданиях и видеоматериалах. *Во-вторых*, векторные методы незаменимы в конструкторской и научной деятельности - в системах компьютерного черчения, автоматизированного проектирования, в 3-мерной графике и т.д.

Многие приложения (например, Adobe Photoshop) при обработке изображений позволяют в определенной мере комбинировать растровые и векторные методы.

В ходе практической работы необходимо научиться производить оцифровку растровых карт и структурировать оцифрованные объекты согласно типам векторных данных ГИС – точки, линии, полигоны. Оцифровка производится с применением булевых операций. Экспорт данных производится соответственно типам векторных данных ГИС в dxf формат. В итоге должно получиться три типа файлов, содержащих только точки, только линии и только полигоны.

Практическая работа № 4.

Тема: “Аффинные преобразования векторных данных» 2,0 часа.

Цель: под руководством преподавателя проводить импорт векторных объектов созданных не в ГИС программах и производить их привязку методом аффинных преобразований.

При трансформации данные изменяются или сдвигаются внутри одной системы координат. Трансформация часто используется для преобразования данных из единиц дигитайзера или сканера в реальные географические координаты. Также вы можете применить трансформацию для сдвига данных внутри системы координат, например, преобразования их из футов в метры. Если надо пересчитать данные из одной системы координат в другую, например из географической в UTM, их надо перепроецировать.

Методы трансформации основаны на сравнении координат точек источника и целевых (опорных) точек, которые объединяются в специальные графические элементы - связи смещения. Для построения формул трансформации используются исходные точки и точки цели связей смещения. Вы можете создавать эти связи интерактивно, указывая известные исходное и целевое положения, или вы можете загрузить текстовый файл связей или файл контрольных точек.

При создании связей для трансформации вы пытаетесь сопоставить одно и то же местоположение исходного места и места назначения. Например, у вас может быть слой дорог, который надо попытаться трансформировать и сдвинуть в то место, где эти дороги находятся на аэрофотоснимке. При создании связи смещения исходную точку можно поместить на пересечении дорог в слое, а точку назначения - на этом же пересечении там, где оно видно на снимке. Связи не обязательно помещать на начальных или конечных точках пространственных объектов. Часто расстояние между исходным и целевым местоположениями бывает достаточно большим.

При аффинном преобразовании (Affine transformation) можно дифференцированно масштабировать, задавать скос, поворачивать, переносить данные. Особенно хорошо данный вид трансформации применяется к векторным объектам, поскольку не нарушает целостности объектов векторном файле.

Практическая работа № 5.

***«Тема: Методы оцифровки растровых карт. Таблица атрибутов. Форматы хранения »
2,0 часа***

Цель: под руководством преподавателя освоить процесс оцифровки карт с выбором типа объектов и созданием таблиц атрибутов.

Довольно трудно создавать векторные объекты, которые были бы геометрически точными, если нет других данных, используемых в качестве визуальной привязки. Одно из распространенных решений – использование растрового изображения в качестве подложки. Его можно использовать как средство контроля, а можно просто обводить контуры, видимые на растровом изображении, при создании векторных объектов.

Как цифровые данные хранятся в ГИС?:

Многие программы, такие как текстовые и графические редакторы, позволяют создавать и редактировать цифровые данные. Каждый тип приложений сохраняет свои данные в файлы определенного формата. Например, текстовый редактор позволяет сохранять документы Word в формате .doc, а графический редактор – рисунки в формате JPEG (расширение .jpg), и т.д.

Подобно другим приложениям, ГИС-приложения хранят данные в файлах на жестком диске компьютера. Существует множество специальных ГИС-форматов, и наиболее распространенным, возможно, является шейп-файл. Хотя мы говорим об этом формате в единственном числе, на самом деле каждый шейп-файл состоит как минимум из трех файлов, которые работают вместе, отвечая за отдельные компоненты векторных данных, как показано на Таблице.

Расширение	Хранимая информация
.shp	Геометрия векторных объектов
.dbf	Атрибуты векторных объектов
.shx	Вспомогательная информация, позволяющая ГИС-приложению быстро находить объекты при поиске (индекс).

Многие ГИС-приложения также позволяют хранить цифровые данные в базе данных. Хранение пространственных данных в базе данных является хорошим решением, т.к. с базой данных можно эффективно предоставлять доступ к большим объемам информации. Использование базы данных также позволяет одновременную работу с данными для множества пользователей. Настройка баз данных для хранения геоданных является более сложным процессом, чем использование шейп-файлов, поэтому в данном разделе мы сконцентрируем внимание на создании и редактировании шейп-файлов

Перед тем, как создать новый векторный слой, который будет храниться в виде шейп-файла или в базе данных, Вам нужно знать предполагаемый тип геометрии слоя (точка, линия или полигон) и список атрибутов, которые он будет включать.

Что нужно знать:

- Оцифровка – это процесс создания векторных объектов, включающих геометрию и атрибуты, и их сохранения в цифровом формате на диске компьютера.
- Геоданные могут храниться в виде файла и в базе данных.
- Один из наиболее распространенных форматов – шейп-файл, который физически является группой из трех и более файлов (.shp, .dbf and .shx).
- До того, как Вы создадите новый векторный слой, Вам понадобится спланировать его тип геометрии и набор атрибутивных полей.
- Тип геометрии может быть точечный, линейный и полигональный.
- Атрибуты могут быть целочисленными (integer), десятичными дробями (decimal numbers), текстовыми (string) и календарно-временными (date).
- Процесс оцифровки состоит из отрисовки геометрии объекта на карте и последующего ввода атрибутивных значений и повторяется для каждого объекта.
- Оцифровка с растра происходит с использованием растровых изображений в качестве подложки.
- Профессиональные ГИС-оцифровщики иногда используют графические планшеты.

Практическая работа № 6.

Тема: «Базы данных gpkg, sqlite» ***2,0 часа***

Цель: под руководством преподавателя научиться создавать векторные объекты и размещать их в базах формата gpkg и sqlite.

QGIS поддерживает различные форматы пространственных данных, которые хранятся на жестком диске. При создании большого проекта в QGIS и использовании шейп-файлов, на жестком диске Вашего компьютера образуется огромное количество файлов. Чтоб этого не происходило, целесообразно использовать базы данных.

Вы можете подключиться к базе данных SQLite или файлу GeoPackage, чтобы создавать карты и выполнять пространственный анализ ваших данных. Базы данных SQLite и файлы OGC GeoPackage поддерживают подключение с одним пользователем. Они используют простую модель данных и содержатся в одном файле, который подходит для обмена данными между пакетами ПО. Например, базы данных SQLite подходят для мобильных устройств с ограниченными возможностями подключения для обмена данными с сервером, когда к нему есть подключение.

Вы можете хранить пространственную информацию в базе данных GeoPackage. По сути, это формат базы пространственных данных, внутри которой мы можем складывать

различные классы объектов. GeoPackage спроектирован так, чтобы быть как можно более легким с точки зрения объема и быть представленным в виде единого файла для непосредственного использования. Это делает его подходящим для использования на мобильных устройствах в автономном режиме и для быстрого обмена в облачном хранилище, USB-носителях и т. д.

Практическая работа № 7.

Тема: «Растровый калькулятор. Обрезка и склейка растров» 2,0 часов

Цель: под руководством преподавателя научиться простым действиям обрезки и склейки растров, а также производить попиксельную коррекцию в растре.

Калькулятор растров доступный из меню Растр позволяет выполнять различные вычисления на основе значений пикселей. Результат вычислений сохраняется как изображение в GDAL-совместимом формате.

Формат выражений — традиционный, как в математике; есть поддержка скобок, в том числе вложенных. Имена растров должны заключаться в квадратные скобки («[]»), после имени растра через «собаку» («@») обязательно указывается номер канала. Вставка имени растра выполняется по двойному клику на соответствующем элементе списка растров, при этом автоматически будет использован (и добавлен к имени) 1й канал. Вставка выбранного растра вместе с нужным номером канала возможна по двойному клику на нужный номер канала в списке каналов.

Некоторые распространенные операции доступны в виде «шаблонов». После выбора такого «шаблона» из выпадающего списка, в область ввода вставляется заготовка, в которой условные растры нужно заменить своими.

В процессе набора выражения осуществляется его проверка. При наличии ошибок в строку сообщений выводится соответствующий текст, а кнопка «Рассчитать» блокируется.

При помощи кнопок быстрого ввода доступны:

- арифметические действия (+, -, *, /)
- тригонометрические функции (sin, cos, tan, asin, acos, atan)
- натуральный логарифм (log), экспонента (exp) и возведение в степень (^)
- вставка скобок, знак взятия канала

Реализованы, но не имеют кнопок быстрой вставки (т.е. вводить необходимо вручную):

- операторы сравнения (<, >, =, !=, <=, >=)
- условные операторы (lt — меньше, gt — больше, eq — равно, ne — не равно, le — меньше или равно, ge — больше или равно)

Операторы сравнения позволяют попиксельно сравнить канал растра с некоторой величиной или другим каналом этого же или любого другого растра. Результатом сравнения будет растр, в котором все пиксели, удовлетворяющие условию получают значение 1, а все остальные, соответственно, 0.

Условные операторы являются дальнейшим развитием операторов сравнения. Оператор принимает три аргумента:

1. растр, который сравнивается
2. величина, с которой сравниваем
3. величина, используемая для замены значений

Практическая работа № 8.

Тема: «Построение и оформление изолиний» 2,0 часа

Цель: под руководством преподавателя научиться находить необходимые данные о рельефе, извлекать и оформлять изолинии.

Геоданные о рельефе, как правило, называются «цифровой моделью рельефа», сокращенно - ЦМР или DEM. Как правило, они распространяются в виде растра - файла GeoTIFF с привязкой. Обычно каждый пиксел такого растра имеет значение - высота в метрах. В QGIS встроены обширные возможности для обработки данных высот.

В мире существуют разные наборы данных, разной точности и на разные территории. Для территорий выше 60-й параллели можно использовать данные с источников ArcticDem и ALOS.

Получив данные на нужные территории, корректируем высотные отметки с помощью растрового калькулятора. Далее нужно воспользоваться инструментом создания изолиний и с нужным шагом формируем изолинии. Для корректного отображения и оформления изолиний нужно сформировать запросы к атрибутивной таблице.

Практическая работа № 9.

Тема: «Точечные данные импорт/экспорт, оформление» 2,0 часа

Цель: под руководством преподавателя научиться работать с точечными данными навигационных систем.

Точечные объекты - это такие объекты, каждый из которых расположен в одной точке пространства. Они являются дискретными, поскольку каждый объект занимает в любой момент времени только определенную точку пространства и у них отсутствуют

пространственная протяженность, длина и ширина, но каждый точечный объект обозначен координатами своего местоположения.

К таким данным относятся путевые точки в навигаторах, которые необходимо вынести на карту. В современных навигаторах информация о точках хранится в GPX файлах, которые без труда открываются в QGIS. При этом координаты каждой точки можно извлечь инструментом – добавить атрибуты геометрии. Координаты будут представлены в той системе координат, которую вы выберете. Могут быть метрах либо в десятичных градусах. Если существует необходимость получения координат в градусах, минутах и секундах, то нужно воспользоваться модулем Degree to DMS table converter. Сохранив данные атрибутивной таблицы в csv формате, получите список точек и их координат.

При подготовке к полевым работам можно создать файл точек тех мест которые вы хотите получить определив их по карте и затем сохранить в GPX файл. Либо собрать данные координат из литературных источников в виде CSV таблицы подключить слой CSV в QGIS. Данные координат могут вводиться градусах минутах секундах (ГМС)(DMS) формат записи - 67°59'6.00", 32°45'6.04". Значок градуса – зажимаем Alt и набираем 0176 на NumPad (цифровая клавиатура справа).

4 семестр

Практическая работа № 1.

Тема: «Работа с легендой, создание макета» 2,0 часа

Цель: под руководством преподавателя научиться создавать макеты и оформлять легенду.

Легенда – таблица используемых на карте условных знаков с текстовыми пояснениями к ним. Даёт ключ к чтению карты, раскрывает логику (систему) классификации изображаемого явления, его иерархическую структуру, часто служит основой для построения классификаторов. Легенды топографических карт стандартизированы для каждого масштаба и обязательны к применению. Для большинства тематических карт легенды не унифицированы, поэтому их помещают непосредственно на листе карты. На сложных картах легенду часто представляют в табличной (матричной) форме, что повышает её информативность.

Для отображения легенды в QGIS необходимо создать и оформить макет, на котором будет отображаться легенда карты. После создания макета все изменения, которые будут производиться с картой автоматически, будут отображаться и на макете. Легенда может быть простой с использованием уникальных значений. В таком случае все элементы легенды

будут отображаться списком в порядке созданных вами слоев. Так же легенда может быть более сложной, объединяющая условные обозначения группы и подгруппы по определенным признакам. В таком случае пункт оформления в стиле слое организуется не по уникальным значениям, а на основе правил, в которых используются запросы.

Практическая работа № 2.

Тема: «Геологические индексы» 2,0 часа

Цель: под руководством преподавателя научиться создавать геологические индексы и подключать их к карте и легенде.

Геологические индексы используются в дополнение к цвету как в таблице условных обозначений, так и на самой карте имеются цифровые и буквенные индексы. Они служат для облегчения чтения карт, особенно при большом количестве красок, когда разновозрастные породы закрашены близкими цветами или оттенками одного и того же цвета.

Для корректного отображения геологических индексов в операционной системе Windows, необходимо установить соответствующие шрифты.

После установки шрифтов открываем любой текстовый редактор, выбираем установленный нами шрифт и создаем шаблон, из которого в дальнейшем мы будем формировать геологические индексы.

Для создания шаблона просто набираем все буквы и цифры с клавиатуры на русской и английской раскладке. После чего мы получим следующий набор символов:

12341234
1111VVVV()H+1234567890-Еαβγδεζη1234χλμνξορσ56¹τυφψωθυπ8 912341234123412341234567123412348
11112222 33334444 EEEEEHHH ,
1+-01 QWERTYUIOP-ЄPАСDFGHJKL²²ZXCVBNMΣΥ³qwertyuiopčšasdfghjkl⁴žzxcvbnm,⁹⁻
1-+ VVV

Далее путем копирования нужных символов формируем геологический индекс.

Получившиеся индексы копируем и вставляем в таблицу атрибутов геологического слоя в QGIS. Предварительно в таблице атрибутов нужно создать колонку для заполнения индексами.

Для отображения индексов на карте выбираем геологический слой и переходим к его свойствам. Переходим на вкладку подписи выбираем Single Lables. В поле Значение выбираем наши Индексы. Далее на вкладке текст выбираем установленный шрифт Arcindex и нажимаем применить. После этого индексы отобразятся на карте. В этом же окне ниже вкладки текст можно настроить другие параметры отображения подписи.

Для отображения индексов на условных знаках легенды необходимо отметить пункт Text on Symbols в пункте легенда.

Практическая работа № 3.

Тема: «Работа с макетом карт. Создание врезок. Отображение информации» 2,0 часа.

Цель: под руководством преподавателя научиться создавать и оформлять макет, добавлять дополнительные карты в виде врезок.

Создание карты – это процесс организации элементов карты на листе бумаги таким образом, чтобы без лишних слов любой среднестатистический человек мог эту карту ‘прочитать’. Чаще всего карты создают для презентаций и отчётов, где слушателями или читателями являются политики, простые граждане или учащиеся – люди, не имеющие подготовки в области геоинформационных систем. Именно поэтому карта должна быть эффективна в передаче любой пространственной информации.

Компоновщик карты обеспечивает широкие возможности для подготовки макета карты и его печати. Он позволяет добавлять следующие элементы: название карты, картографическое изображение, врезки, легенда, стрелка севера, масштабная линейка, дополнительные сведения и рамка карты. При создании макета доступно изменение размеров, группировка, выравнивание и изменение положения каждого элемента, а также настройка их свойств. Готовый макет можно распечатать или экспортировать в растровое изображение, форматы Postscript, PDF или SVG. Кроме того, макет можно сохранить как шаблон и использовать его повторно в другой сессии. Все изменения, которые будут проводиться в проекте при работе с картой, будут автоматически отображаться на макете карт.

Практическая работа № 4.

Тема: «Основы фотографии. Обработка» 2,0 часа.

Цель: под руководством преподавателя научиться использовать основные параметры камеры для контроля фотографии.

Можно выделить несколько ключевых понятий, без которых невозможно обойтись при работе с фотографией. Это диафрагма, выдержка и светочувствительность (ISO) – все эти три важнейших параметра направлены на работу со светом, то есть определяют всю экспозицию. О снимке, в свою очередь, можно говорить, что он либо недо- или

переэкспонирован, а также нормально экспонирован. Это как раз связано с выбранными параметрами в процессе фотографирования и означает, что получилось, соответственно, слишком темное, засвеченное или нормально освещенное изображение.

- Диафрагма может внешне выглядеть по-разному, это зависит от модели объектива. Когда-то она представляла собой поворотный диск и отверстия в нем, и которая состояла из простых наборов пластин. Сейчас, в современный объектив состоит из так называемой, ирисовой диафрагмы – перегородка, состоящая из нескольких тонких лепестков (3, 5, 7 и т.д.). В таком виде данный механизм имеет ощутимые плюсы: легко регулируется, маленький и компактный, но все же конструкция довольно хрупкая.
- Выдержка. За этот параметр, ответственен затвор, или шторки, в фотоаппарате, и определяет она время попадания света на матрицу или пленку. Существуют несколько видов затворов.
- Светочувствительность. Можно догадаться по названию, что это восприимчивость матрицы или пленки камеры к свету. В целом, такая чувствительность задана изначально, и изменить ее возможно только с помощью специального усилителя сигнала, расположенного внутри фотоаппарата. Именно он позволяет сделать фотографию светлее, если ISO повысить до 200, 400 и более, чтобы можно было снимать в плохо освещенных условиях. Одна, существует проблема у данного процесса: чем выше ISO, тем вероятнее появление “шума” на изображении.

Практическая работа № 5.

Тема: «Создание панорам, бесплатные аналоги- Hugin» 2,0 часа.

Цель: под руководством преподавателя научиться делать снимки для создания панорам.

Hugin — является самой популярной программой для построения панорам и, кроме того, имеет полностью свободную лицензию и ее использование абсолютно бесплатно.

Программа считает EXIF ваших фотографий и автоматически выровняет их относительно фокусного расстояния и угла обзора вашего объектива, разместит их в нужном порядке и без проблем склеит тени, провода, заборы, людей и другие объекты вашей панорамы.

Как снимать панорамы:

- Заблокируйте изменение экспозиции — это основное требование. Переключите ваш фотоаппарат в ручной режим и выставьте статические параметры диафрагмы, выдержки и ISO. Необходимо, чтобы эти параметры были одинаковыми на каждой

фотографии из панорамы. Требование не обязательное, но крайне желательное. Тем самым вы убережете себя от возможных проблем при сборке и засветов в конечном результате.

- Снимайте поочередно — слева-направо и сверху вниз. Не существенно для маленьких панорам, но, когда фотографий становится больше 10... Вам же будет проще их потом разбирать.

Практическая работа № 6.

Тема: «Фокус-стекинг» 2,0 часа.

Цель: под руководством преподавателя научиться делать снимки с малой глубиной резкости и объединять их в резкий снимок.

Макросъемка – это съемка в масштабе от 1:10 до 15:1. Масштаб, или увеличение (magnification), это отношение реального физического размера объекта к его изображению формируемом на сенсоре (матрице) фотоаппарата. Одной из характеристик любого макро-объектива является увеличение в котором он способен снимать. Значение увеличения записывают в виде 5:1 или 5x, это одно и то же. Аналогично 1:1 = 1x, 1:2 = 0,5x.

Классические специализированные макро-объективы, такие, например как Canon 100mm f/2.8 снимают с увеличением до 1x. То есть, если приблизить этот объектив к объекту съемки на минимальное расстояние его фокусировки, и сделать снимок, то мы и получим снимок с увеличением 1x на сенсоре. Это значит, что физический размер объекта равен размеру своего изображения на матрице.

С ростом увеличения глубина резко изображаемого пространства, она же глубина резкости (ГРИП), будет уменьшаться. Уменьшаться настолько, что уже на увеличении 10x станет тоньше человеческого волоса. Мы можем закрыть диафрагму и тем самым увеличить ГРИП, но на 10x даже f/2.0 превратиться в эффективную f/22. Поэтому любое закрытие диафрагмы на таких увеличениях приведет к потере деталей из-за дифракции. Чтобы получить высоко детализированное изображение с большой глубиной резкости был изобретен стекинг – склейка нескольких фотографий с малой ГРИП в одну фотографию с большой ГРИП.

Что такое фокус стэкинг?

Фокус стэкинг – это промежуточный этап обработки, который сочетает в себе использование камеры и программного обеспечения для постобработки, такого как Adobe Photoshop.

Чаще всего этот метод используется в пейзажной и макрофотографии. Реже данным способом пользуются портретисты и фотографы дикой природы. Данный метод не применим при фотографировании движущихся объектов.

Суть метода заключается в создании нескольких фотографий, имеющих разные точки фокусировки от переднего к заднему плану. В дальнейшем эти снимки смешиваются воедино таким образом, чтобы от каждой фотографии оставить самую резкую область. Это приводит к тому, что фотография будет резкой на всей глубине кадра.

Практическая работа № 7.

Тема: «Анализ изображений. Jmicrovision» 2,0 часа.

Цель: анализ изображений препаратов с помощью программного обеспечения Jmicrovision.

Оптические исследования с помощью микроскопа - важная часть геолого-минералогических исследований. Изучение шлифов и аншлифов горных пород, а также протолочек и шлихов, определение минералов по оптическим свойствам являются обязательной составляющей исследовательского процесса. Современные микроскопы и бинокляры сегодня, как правило, оснащаются цифровыми фото- и видеоинтерфейсами, что позволяет выводить изображения объектов микроскопии на компьютерные мониторы в хорошем разрешении и в реальном времени, и фиксировать их в виде графических файлов различного формата.

В дальнейшем эти цифровые изображения могут быть подвергнуты специальной обработке для повышения качества изображения, его информативности, а также для проведения различных измерений. Эта обработка может производиться как с помощью универсальных графических пакетов типа фоторедакторов, так и с помощью специализированных программ.

JMicroVision - программное обеспечение с дружественным интерфейсом для описания, измерения, подсчета и классификации компонентов различных видов изображений. Эта программа способна работать с очень большими графическими файлами - более 1 Гб, даже на компьютерах небольшой мощности. При использовании совместно с микроскопом, она обеспечивает возможность непосредственного наблюдения и изучения образца при различных увеличениях и режимах освещения (поляризованный свет, флуоресценция и т.п.). Кроме того, с помощью инструментов увеличения и многокурсовой визуализации можно одновременно просматривать несколько вариантов изображения с различными коэффициентами масштабирования, зафиксировав в центре точку наблюдения.

Практическая работа № 8.

Тема: «Фотограмметрия. Применение» 2,0 часа.

Цель: под руководством преподавателя научиться на основе фотоснимков строить 3D модели объектов, в том числе и земной поверхности.

Фотограмметрия – наука, изучающая способы определения форм, размеров, пространственного положения и степени изменения во времени различных объектов по результатам измерений их фотографических изображений. Термин «фотограмметрия» происходит от греческих слов: photos – свет, gramma – запись, metro – измерение. Следовательно, его дословный перевод – «измерение светозаписи». Предметы изучения фотограмметрии – это геометрические и физические свойства снимков, способы их получения и использования для определения количественных и качественных характеристик сфотографированных объектов, а также приборы и программные продукты, применяемые в процессе обработки. Характеристики объекта могут изучаться по его изображению на одиночном снимке или по паре перекрывающихся снимков, полученных в различных точках пространства. Если при изучении объекта используются свойства одиночного снимка, то такой метод получения необходимой информации называют фотограмметрическим. Если же он изучается по паре перекрывающихся снимков, то метод называют стереофотограмметрическим. В настоящее время в фотограмметрии выделяют три направления исследований. В первом изучаются и развиваются методы картографирования земной поверхности по снимкам. Второе связано с решением прикладных задач в различных областях науки и техники. В третьем развиваются технологии получения информации об объектах Земли, Луны и планет солнечной системы с помощью аппаратуры, установленной на космических летательных аппаратах. Задачи и методы последнего из указанных направлений существенно отличаются от первых двух и далее детально не рассматриваются. Основными достоинствами фотограмметрического и стереофотограмметрического методов являются: - высокая точность результатов, так как снимки объектов получают прецизионными фотокамерами, а их обработку выполняют, как правило, строгими методами; - высокая производительность, достигаемая благодаря тому, что измеряют не сами объекты, а их изображения. Это позволяет обеспечить автоматизацию процесса измерений и последующих вычислений; - объективность и достоверность информации, возможность при необходимости повторения измерений; - возможность получения в короткий срок информации о состоянии как всего объекта, так и отдельных его частей; - безопасность ведения работ, так как съемка объекта выполняется неконтактным (дистанционным) методом. Это имеет особое значение, когда объект недоступен или пребывание в его зоне опасно для здоровья человека.

Практическая работа № 9.

Тема: «Экспорт карт в формат для навигаторов. Мобильная навигация, добавление карт, регистрация точек» 2,0 часа.

Цель: под руководством преподавателя научиться создавать карты в формате мобильных приложений и использовать их.

В 1970-х гг. Министерство обороны США заказало разработку того, что сегодня мы называем системой глобального позиционирования, в созвездие которого входят 24 спутника. Примерно в это же время в России начали разрабатывать собственную сеть, получившую название ГЛОНАСС.

Для пользования системой позиционирования до недавних пор автомобилистам нужно было специальное устройство, которое бы умело обрабатывать GPS-сигналы. Но сегодня ситуация изменилась: почти все новые смартфоны могут принимать такие сигналы, обрабатывать их и практически мгновенно отслеживать местоположение с большой точностью. Казалось бы – в чем разница? Она есть. И главный козырь в рукаве смартфонов – это Assisted GPS. Эта технология позволяет ускорять «холодный старт» приемников GPS.

Эта уникальная функция мобильных телефонов позволяет девайсу использовать в режиме реального времени информацию, которую предоставляют вышки сотовых операторов. Так человек, находящийся за рулем, может намного быстрее определить свои координаты. Помогают в этом случае и некоторые мобильные приложения, которые используют встроенный в телефон акселерометр и цифровой компас для более точного определения местоположения.

Наиболее важной информацией любого навигационного инструмента являются карты. Нужно признаться, что многие GPS-трекеры, особенно те, которые не умеют выходить в интернет, оснащены весьма скудным набором предустановленных карт. Обновление таких данных зачастую связано со многими технологическими трудностями. Кроме того, не стоит забывать о дополнительной финансовой нагрузке. При использовании смартфона эта проблема стоит не так остро, хотя и здесь есть свои подводные камни.

Главное – цена вопроса. Когда дело касается дополнительных трат, то смартфон наносит GPS-навигатору сокрушительный удар. В то время как стоимость программного обеспечения, устанавливаемого на GPS-системы, может быть довольно увесистой, карты для смартфона можно получить абсолютно бесплатно. А если и не бесплатно. Существует масса навигационных приложений, которые могут быть установлены на ваш смартфон за считанные секунды. И такие карты не только не уступают данным, предоставляемым GPS-

навигаторами, но и могут дать им фору. Почти для всех навигационных приложений карты могут быть подготовлены в QGIS и посредством формата mbtiles или sqlite переданы на смартфон, в любом количестве и размере. Кроме того, смартфоны без проблем привязывают фотографии к геотегам. Некоторые GPS-навигаторы тоже научены такому волшебству, но это влетает пользователю в копеечку.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Основная:

1. Коротаев М.В., Правикова Н.В., Аплеталин А.В. Информационные технологии в геологии. М.: КДУ. 2012.
2. Лёвкина (Вылегжанина), А.О. Компьютерные технологии в научно-исследовательской деятельности: учебное пособие для студентов и аспирантов социально-гуманитарного профиля : [16+] / А.О. Лёвкина (Вылегжанина). – Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2018. – 119 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=496112>
3. Современные компьютерные технологии : учебное пособие / Р.Г. Хисматов, Р.Г. Сафин, Д.В. Тунцев, Н.Ф. Тимербаев ; Министерство образования и науки России, Казанский национальный исследовательский технологический университет. – Казань : Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2014. – 83 с. : схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=428016>
4. Изюмов, А.А. Компьютерные технологии в науке и образовании : учебное пособие / А.А. Изюмов, В.П. Коцубинский ; Томский Государственный университет систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР). – Томск : Эль Контент, 2012. – 150 с. : ил.,табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=208648>
5. Фотограмметрия и дистанционное зондирование: методические указания / сост.: С.В. Богомазов. – Пенза: РИО ПГСХА, 2011. – 90 с. <https://www.geokniga.org/bookfiles/geokniga-fotogrammetriya-i-distancionnoe-zondirovanie.pdf>

Дополнительная:

6. Коротаев М.В., Правикова Н.В. Применение геоинформационных систем в геологии. М.: Университет. 2009.
7. Сидорова, Н.П. Информационное обеспечение и базы данных: практикум по дисциплине «Информационное обеспечение, базы данных» : [16+] / Н.П. Сидорова, Г.Н. Исаева, Ю.Ю. Сидоров ; Технологический университет. – Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2019. – 85 с. : ил., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=500238>
8. Каргашин, П.Е. Основы цифровой картографии : учебное пособие : [16+] / П.Е. Каргашин. – 2-е изд., доп. – Москва : Дашков и К°, 2020. – 106 с. : ил., схем., табл. –

(Учебные издания для бакалавров). – Режим доступа: по подписке. – URL:
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=600304>

9. Козин, Е.В. Фотограмметрия : учебное пособие : [16+] / Е.В. Козин, А.Г. Карманов, Н.А. Карманова ; Университет ИТМО. – Санкт-Петербург : Университет ИТМО, 2019. – 146 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL:

<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=564011>

10. SASGIS <http://www.sasgis.org/sasplaneta/>

11. QuickMapServices - быстрая работа с базовыми картами в QGIS <https://gis-lab.info/qa/quickmapservices.html>

12. ArcticDEM <https://www.pgc.umn.edu/data/arcticdem/>

13. ALOS https://www.eorc.jaxa.jp/ALOS/en/index_e.htm

14. Географическая привязка данных в QGIS <https://gis-lab.info/qa/georef-qgis.html>

15. CorelDRAW Graphics Suite X7: курс лекций.
https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=429071%20

16. Оцифровка картографических данных

http://www.qgistutorials.com/ru/docs/digitizing_basics.html

<https://gis-lab.info/qa/gentle-intro-gis-4.html>

17. Работа с базами данных SQLite и файлами GeoPackage в ArcGIS Pro

<https://pro.arcgis.com/ru/pro-app/latest/help/data/databases/work-with-sqlite-databases-in-arcgis-pro.htm>

18. Растровая арифметика в QGIS с помощью RasterCalc

<https://gis-lab.info/qa/rastercalc.html>

19. Работа с цифровой моделью рельефа

https://www.qgistutorials.com/ru/docs/working_with_terrain.html

20. Создание векторного слоя горизонталей по DEM

https://docs.nextgis.ru/docs_howto/source/relief.html

21. Анализ рельефа местности

https://docs.qgis.org/3.16/ru/docs/training_manual/rasters/terrain_analysis.html

22. Hugin — отличная бесплатная программа для создания панорам

<https://habr.com/ru/post/369995/>

23. Максимальная резкость. Руководство по фокус-стекингу

<https://photar.ru/maksimalnaya-rezkost-rukovodstvo-po-fokus-steking/>

24. Макросъемка минералов. Супермакро

<https://webmineral.ru/articles/item.php?id=9>

25. JMicrovision - инструмент компьютерной обработки оптических данных

<https://www.petroexplorer.ru/ru/mnu-articles-ru/49-jmv-review-ru.html>

26. Компоновщик карты

https://docs.qgis.org/1.8/ru/docs/user_manual/print_composer/print_composer.html

https://docs.qgis.org/3.10/ru/docs/gentle_gis_introduction/map_production.html

27. Теория цвета <https://postnauka.ru/faq/73352>

28. Температура цвета <https://habr.com/ru/post/193142/>

29. Учебник цифровой фотографии

<https://www.cambridgeincolour.com/ru/tutorials.htm>