

ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

СОГЛАСОВАНО

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ОПОП ВО
доцент Мустафин М.Г.

Проректор по образовательной
деятельности
Д.Г. Петраков

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВЫ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ТЕРРИТОРИЙ

Уровень высшего образования:	Специалитет
Специальность:	21.05.01 Прикладная геодезия
Специализация:	Инженерная геодезия
Квалификация выпускника:	Инженер-геодезист
Форма обучения:	очная
Составитель:	доцент Боголюбова А.А.

Санкт-Петербург

Рабочая программа дисциплины «Основы дистанционного зондирования территорий»
разработана:

- в соответствии с требованиями ФГОС ВО – специалитет по специальности «21.05.01 Прикладная геодезия», утвержденного приказом Минобрнауки России № № 944 от 11.08.2020 г.;

- на основании учебного плана специалитета по специальности «21.05.01 Прикладная геодезия» специализация «Инженерная геодезия».

Составитель _____ к.т.н., доцент Боголюбова А.А.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры инженерной геодезии от 31.01.2022 г., протокол № 8.

Заведующий кафедрой _____ д.т.н., профессор Мустафин М.Г.

Рабочая программа согласована:

Начальник управления учебно-методического обеспечения образовательного процесса _____ к.т.н. Иванова П.В.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины «Основы дистанционного зондирования территорий» - формирование знаний о современных технологиях и данных дистанционного зондирования Земли (далее – ДЗЗ) и о сферах их применения для тематических картографических исследований на разных масштабных уровнях; приобретение практических навыков сбора, автоматизированной обработки и тематической интерпретации данных дистанционного зондирования различного типа.

Основными задачами дисциплины «Основы дистанционного зондирования территорий» изучение основных положений формирования картографической, оперативной информации по материалам дистанционного зондирования Земли из космоса, способов их обработки; приобретение навыков по предварительной обработке исходных данных ДЗЗ и фотограмметрической обработке аэрокосмических изображений и снимков, полученных с поверхности Земли, на цифровых фотограмметрических станциях (далее – ЦФС) и в специализированных программных продуктах; формирование навыков применения данных дистанционного зондирования в области управления земельными ресурсами, экологии и охране окружающей среды, для решения тематических задач, связанных с землеустройством, кадастрами и мониторингом земель.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Основы дистанционного зондирования территорий» относится к обязательной части основной профессиональной образовательной программы по специальности «21.05.01 Прикладная геодезия» и изучается в 8 семестре.

В курсе рассматриваются такие темы как технологии получения данных и физические основы ДЗЗ из космоса; свойства и особенности обработки снимков разного типа; основы тематической интерпретации данных ДЗЗ в картографических, кадастровых, земле- и лесоустроительных, мониторинговых, гидрографических и других тематических исследованиях.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Основы дистанционного зондирования территорий» являются «Геодезия», «Математика», «Физика», «Основы геодезических вычисления», «Астрономия», «Общая картография», «Космическая геодезия», «Теории математической обработки геодезических измерений», «Цифровое картографирование», «Высшая геодезия и основы координатно-временных систем», «Введение в геоинформационные системы», «Геодезическая астрономия с основами астрометрии», «Прикладная геодезия», «Метрология, стандартизация и сертификация», «Фотограмметрия», «Спутниковая геодезия», «Организация топографо-геодезического производства».

Дисциплина «Основы дистанционного зондирования территорий» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Аэрокосмические съемки», «Геодезическое сопровождение обследования и мониторинга технического состояния зданий и сооружений», «Геодезическое обеспечение кадастра недвижимости», «Инженерно-геодезические изыскания», «Прикладная фотограмметрия», «Физика Земли и атмосферы», «Наземное лазерное сканирование», «Мобильное и воздушное лазерное сканирование», «Мониторинг геодинамических процессов».

Особенностью дисциплины «Основы дистанционного зондирования территорий» является первичное знакомство с основными понятиями, терминами, задачами дистанционного зондирования Земли как предмета и науки в целом. Научно-технический прогресс и развитие цифровых технологий расширили поле деятельности инженеров-геодезистов в значительной мере.

Изучение данной дисциплины позволит студентам оперативно, информативно и обосновано решать задачи по сбору, систематизации, обработке, защите, хранению, выводу и передачи информации при изучении других дисциплин, а также в производственной и научной деятельности с использованием информационных и «сквозных» технологий, цифровых инструментов. Знание технологий ДЗЗ позволит студентам быть востребованными высококвалифицированными специалистами в данной предметной области, конкурентноспособными на рынке труда.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Процесс изучения дисциплины «Основы дистанционного зондирования территорий» направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
<i>Способность применять данные фотограмметрических съемок и дистанционного зондирования при решении задач прикладной геодезии</i>	<i>ПКС-4</i>	ПКС-4.2. Владеет навыками решения основных задач прикладной геодезии; ПКС-4.3. Владеет навыками проведения полевых и камеральных работ при производстве лазерно-сканирующей съемки; ПКС-4.5. Владеет навыками применения данных дистанционного зондирования для решения задач прикладной геодезии.

Обучающийся **обладает навыками** радиометрической коррекции, геопривязки и уравнивания стереопар космической сканерной съемки в ЦФС Photomod, построения цифровых моделей местности и рельефа по результатам цифровой аэрофотосъемки, в том числе с беспилотных летательных аппаратов на ЦФС Photomod, Photomod UAS и ПО Agisoft Metashape; **умеет** выполнять автоматическую классификацию цифровых изображений с обучением и без средствами свободно распространяемых программных средств TNTgis, QGIS, MultiSpec, ILWIS; формировать матрицу ошибок и проводить расчет точности результатов классификации цифровых снимков посредством построения матрицы ошибок в MS Excel, ILWIS, MultiSpec, TNTgis; производить расчет параметров цифровой аэрофотосъемки с беспилотных летательных аппаратов посредством онлайн-калькулятора: <https://order.usgik.ru/> и др.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 3 зачётные единицы, 108 ак. часов.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам
		8
Аудиторная работа, в том числе:	60	60
Лекции (Л)	30	30
Практические занятия (ПЗ)	30	30
Лабораторные работы (ЛР)	-	-
Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:	48	48
Подготовка к лекциям	10	10
Подготовка к лабораторным работам	-	-
Подготовка к практическим занятиям / семинарам	15	15
Выполнение курсовой работы / проекта	-	-
Расчетно-графическая работа (РГР)	-	-
Реферат	-	-
Домашнее задание	6	6
Подготовка к контрольной работе	-	-
Подготовка к коллоквиуму	-	-
Аналитический информационный поиск	8	8
Работа в библиотеке	-	-
Подготовка к зачету / дифф. зачету	9	9
Промежуточная аттестация – зачет (3)	3	3
Общая трудоемкость дисциплины		
ак. час.	108	108
зач. ед.	3	3

4.2. Содержание дисциплины

Учебным планом предусмотрены: лекции, практические занятия и самостоятельная работа.

4.2.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Наименование разделов	Виды занятий				
	Всего ак. часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа студента
Раздел 1 «Концепция и физические основы методов дистанционного зондирования Земли»	32	10	6	-	16
Раздел 2 «Классификация и обзор съемочных систем и приборов дистанционного зондирования. Данные ДЗЗ из космоса и уровни их обработки»	36	10	10	-	16
Раздел 3 «Компьютерная обработка аэрокосмических снимков в оптическом диапазоне для улучшения их изобразительных и дешифровочных свойств»	40	10	14	-	16
Итого:	108	30	30	-	48

4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Концепция и физические основы методов дистанционного зондирования Земли	<p>1.1. Предмет, задачи и методы дистанционных методов зондирования земли и фотограмметрии. История его развития, роль в научно-техническом прогрессе, в том числе в решении проблем картографирования земной поверхности и рационального использования природных ресурсов. Примеры применение данных ДЗЗ.</p> <p>1.2. Электромагнитное излучение. Частоты электромагнитного излучения. Типы данных дистанционного зондирования Земли из космоса. Принципы деления методов измерений на контактные и дистанционные. Активные и пассивные дистанционные методы. Основные преимущества и недостатки ДЗЗ.</p> <p>1.3. Взаимодействие электромагнитного излучения с атмосферой. Основные газы, поглощающие и излучающие электромагнитные волны, проблемы учёта влияния на измерения «промежуточного слоя атмосферы». «Окна прозрачности» атмосферы. Рассеяние Рэлея, рассеяние Ми и неселективное рассеяние.</p> <p>1.4. Физические основы радиационного метода определения температуры поверхности. Законы излучения Планка, Кирхгофа, Вина. Понятия об излучательной, поглощательной способности различных тел и сред, яркостной температуре. Смысл абсолютно чёрного тела.</p> <p>1.5. Взаимодействие излучения с поверхностью Земли. Основные типы взаимодействия падающего электромагнитного излучения с объектами на поверхности Земли: отражение, поглощение и пропускание. Спектральная отражательная способность. Кривые спектральной отражательной способности. Вегетационные индексы и их применение.</p>	10
2	Классификация и обзор съемочных систем и приборов дистанционного зондирования. Данные ДЗЗ из космоса и уровни их обработки	<p>2.1. Классификация данных ДЗЗ. Основные технологии получения снимков: фотографические, телевизионная, сканерная, ПЗС, ИК, микроволновая и радиолокационная съемка (обзорное рассмотрение).</p> <p>2.2. Разрешающая способность систем ДЗЗ: спектральное, радиометрическое, временное и пространственное разрешение.</p> <p>2.3. Характеристика орбит спутников. Околополярные и геостационарные орбиты.</p> <p>2.4. Характеристики некоторых сенсоров и платформ. Сведения об основных спутниковых системах: спутниковая метеорологическая система NOAA, спутник Ресурс-ДК1, спутники Landsat 8 и Landsat 9,</p>	10

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
		спутники IRS 1C/1D, спутники серии SPOT, спутник Terra, радиометр ASTER, спутник ALOS, спутники Cartosat-1 (IRS-P5) и Cartosat-2, спутник TerraSAR-X и др. Космические съемочные системы высокого разрешения: QuickBird, WorldView, GeoEye, IKONOS. 2.5. Данные ДЗЗ из космоса и уровни их обработки: первичные, стандартные, производные (базовые), тематические продукты ДЗЗ из космоса. Цифровые данные. Форматы записи данных: BIL, BSQ, BIP.	
3	Компьютерная обработка аэрокосмических снимков в оптическом диапазоне для улучшения их изобразительных и дешифровочных свойств	<p>3.1. Основные этапы обработки спутниковых изображений: предварительная; первичная, вторичная или тематическая обработка. Геометрическая, радиометрическая (абсолютная и относительная) и атмосферная (абсолютная и относительная) коррекция, цифровое ортотрансформирование.</p> <p>3.2. Цифровая обработка изображений. Автоматизированные методы дешифрирования снимков. Схемы визуального и автоматизированного дешифрирования аэрокосмических снимков различного пространственного разрешения и типа. Виды, методы и способы дешифрирования аэрокосмических изображений. Прямые и косвенные дешифровочные признаки. Формирование обучающей выборки.</p> <p>3.3. Классификация с обучением (supervised classification): метод минимального расстояния (Minimum Euclidean Distance); метод максимального правдоподобия (Maximum Likelihood); метод линейного дискриминантного анализа (Fisher Linear Likelihood); метод спектрально-пространственной классификации ECHO (Extraction and Classification of Homogeneous Objects); метод спектральной корреляции SAM (Spectral Angle Mapper) и др. в свободно распространяемой программе MultiSpec и ПО QGIS.</p> <p>3.4. Неконтролируемая без обучения (unsupervised classification): алгоритм быстрого выделения кластеров; итеративный алгоритм ISODATA (в свободно распространяемой программе MultiSpec и ПО QGIS).</p> <p>3.5. Нейросетевые методы обработки изображений. Модель глубокого обучения, использующая сверточную нейронную сеть.</p> <p>3.6. Формирование матрицы ошибок. Оценка точности результатов классификации: расчет общей точности результатов классификации; точности пользователя, точности производителя, ошибок комиссии (ложной классификации) и оmissии (пропуска).</p>	10
Итого:			30

4.2.3. Практические занятия

№ п/п	Разделы	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Раздел 1	Облачные технологии (Google Cloud Storage; PlanetaMonitoring в рамках облачной модели SaaS; Google Earth Engine Datasets), Big Data и Artificial Intelligence (Unfolded Studio, EOS (NASA's Earth Observing System), Copernicus): поиск, получение и загрузка спутниковых изображений, находящихся в открытом доступе, с целью их визуализации, обработки, геопространственного анализа: с сайта Геологической службы США (https://earthexplorer.usgs.gov/); с портала корпорации «Роскосмос» (https://pod.gptl.ru/); с портала Федерального фонда пространственных данных (https://portal.fppd.cgkipd.ru/main) (геодезических, карто-, топо- и гидрографических, аэрокосмосъемочных, гравиметрических и материалов о территории РФ). Осуществить поиск и загрузку космоснимков Landsat-8, Landsat-9 на заданную территорию по вариантам, выданным преподавателем. Визуализация данных ДЗЗ в ПО PHOTOMOD / QGIS (определить проекцию и разрешение).	2
		Облачные технологии: изучение назначения и возможностей облачной платформы Copernicus Open Access Hub (https://scihub.copernicus.eu/) и EOS Data Analytics для получения геопространственных данных и анализа спутниковых изображений на основе искусственного интеллекта (AI) .	2
		Big data: изучение назначения и возможностей платформы Unfolded Studio (https://studio.unfolded.ai/home) геопространственной аналитики, предлагающую набор инструментов для работы с большими данными (для их визуализации, объединения и обобщения).	2
2	Раздел 2	Облачные технологии: оценка площади разлива нефти по результатам обработки радарного спутникового снимка Sentinel (получен с использованием ресурса свободно распространяемых данных Copernicus Open Hub ; обработка производится в бесплатном программном комплексе SNAP ; с использованием QGIS выполнить автоматизированную векторизацию и расчет площади загрязнения).	4
		Визуальное дешифрирование на основе синтеза (комбинации) основных спектральных каналов (на примере данных Landsat-8 и Landsat-9) в ПО QGIS. Сделать выводы о состоянии почв, растительности, водных объектов, лесных пожаров и др.	2
		Построение карт и классов вегетационных индексов в ПО QGIS (облачная платформа (Google Earth Engine Datasets) ; QGIS через «Raster calculator», GRASS, GDAL). Сверить полученные результаты на территорию интереса с картами вегетационных индексов в онлайн-сервисе Unfolded Studio (Artificial Intelligence и Big Data) .	4
3	Раздел 3	Радиометрическая коррекция сканерных космических изображений и уравнивание стереоблока в ПО PHOTOMOD.	4
		Machine Learning: контролируемая классификация цифровых снимков с обучением в ПО TNTgis и MultiSpec.	2
		Формирование матрицы ошибок. Расчет статистических показателей классификации. Оценка точности классификации.	2
		Machine Learning: неконтролируемая классификация на основе алгоритма ISODATA в свободно распространяемом ПО MultiSpec.	2
		Machine Learning techniques for image segmentation: Object-based Image classification (OBIA) в QGIS и Object Based Image Segmentation Algorithm (OBIS) SAGA GIS.	4
Итого:			30

4.2.4. Лабораторные работы

Лабораторные работы не предусмотрены.

4.2.5. Курсовые работы (проекты)

Курсовые работы (проекты) не предусмотрены.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе обучения применяются:

Лекции, которые являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся. Цели лекционных занятий:

-дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентировать внимание на наиболее сложных вопросах дисциплины;

-стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся, способствовать формированию их творческого мышления.

Практические занятия. Цели практических занятий:

-совершенствовать умения и навыки решения практических задач.

Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

Лабораторные работы. Цели лабораторных занятий:

-углубить и закрепить знания, полученные на лекциях и в процессе самостоятельной работы обучающихся с учебной и научной литературой;

Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

Консультации (текущая консультация, накануне *зачета*) является одной из форм руководства учебной работой обучающихся и оказания им помощи в самостоятельном изучении материала дисциплины, в ликвидации имеющихся пробелов в знаниях, задолженностей по текущим занятиям, в подготовке письменных работ (проектов).

Текущие консультации проводятся преподавателем, ведущим занятия в учебной группе, научным руководителем и носят как индивидуальный, так и групповой характер.

Самостоятельная работа обучающихся направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и других занятиях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим учебным занятиям и промежуточному контролю.

Курсовая работа позволяет обучающимся развить навыки научного поиска.

Курсовое проектирование формирует навыки самостоятельного профессионального творчества.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. *Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости*

Раздел 1. Концепция и физические основы методов дистанционного зондирования Земли

1. Схема дистанционного зондирования Земли из космоса.
2. Основные элементы процесса ДЗЗ.
3. Волновая модель и характеристики электромагнитного излучения.
4. Многозональный принцип получения информации.
5. Интенсивность излучения абсолютно черного тела.
6. Диапазоны электромагнитного спектра, эффективно используемые при обработке данных ДЗЗ.

Раздел 2. Классификация и обзор съемочных систем и приборов дистанционного зондирования. Данные ДЗЗ из космоса и уровни их обработки

1. Оптические данные ДЗЗ из космоса.
2. Микроволновые данные ДЗЗ из космоса.
3. Панхроматические данные, регистрируемые целевой аппаратурой ДЗЗ из космоса.
4. Мультиспектральные данные, регистрируемые целевой аппаратурой ДЗЗ из космоса.
5. Гиперспектральные данные, регистрируемые целевой аппаратурой ДЗЗ из космоса.
6. Спутники серии LANDSAT-8,9.
7. Спутники CARTOSAT-1, 2.
8. Спутники GeoEye.
9. Гипер-куб данных.

Раздел 3. Компьютерная обработка аэрокосмических снимков в оптическом диапазоне для улучшения их изобразительных и дешифровочных свойств

1. Какие методы интерполяции используются при преобразовании цифровых снимков?
2. Причины возникновения радиометрических искажений на снимках.
3. Причины возникновения геометрических искажений на снимках.
4. Способы абсолютной атмосферной коррекции.
5. Способы относительной атмосферной коррекции.
6. Способы абсолютной радиометрической коррекции.
7. Способы относительной радиометрической коррекции.
8. Алгоритмы контролируемой классификации с обучением.
9. Алгоритмы неконтролируемой классификации.
10. Нейросетевые методы обработки изображений (модель глубокого обучения, использующая сверточную нейронную сеть).

6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации (зачета)

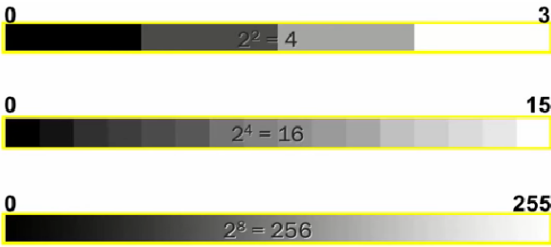

6.2.1. Примерный перечень вопросов/заданий к зачету (по дисциплине):

1. Понятие дистанционного зондирования Земли из космоса.
2. Активные и пассивные методы дистанционного зондирования Земли.
3. Понятия электромагнитного спектра, границы диапазонов электромагнитного спектра (гамма-излучения, рентгеновского излучения, УФ-излучения, видимого диапазона спектра, ближнего ИК-диапазон, среднего ИК-диапазона, теплового ИК-диапазона, миллиметрового и микроволнового участков радиодиапазона).
4. Взаимодействие электромагнитного излучения с поверхностью Земли. Понятие спектральной отражательной способности.
5. Взаимодействие электромагнитного излучения с атмосферой. Поглощение. «Окна прозрачности» атмосферы. Рассеяние Релея, Ми, неселективное.
6. Кривые спектральной отражательной способности растительности, почв, воды и т.д.
7. Понятие вегетационных индексов. Вегетационные индексы NDVI, SAVI, RVI, DVI и т.д.: их характеристика и основное применение. Характерные значения индекса NDVI для основных типов подстилающей поверхности.
8. Абсолютно чёрное тело. Яркостная температура. Спектральный коэффициент теплового излучения, его значения.
9. Основные технологии получения снимков. Фотографическая, телевизионная, сканерная (линейная и ПЗС), ИК, микроволновая и радиолокационная виды съёмки.
10. Спектральное разрешение систем ДЗЗ.
11. Яркостное (радиометрическое) разрешение систем ДЗЗ.
12. Временное разрешение систем ДЗЗ.
13. Пространственное разрешение систем ДЗЗ.
14. Классификация данных ДЗЗ из космоса по пространственному разрешению.
15. Использование данных дистанционного зондирования в науках о Земле.

16. Основные достоинства и недостатки дистанционных методов исследования.
17. Характеристики орбит спутников (околополярные и геостационарные орбиты).
18. Основные этапы обработки спутниковых изображений.
19. Уровни обработки данных ДЗЗ из космоса.
20. Форматы записи данных (BIP, VIP, BSQ).
21. Что такое радиометрическая коррекция изображения?
22. Что такое геометрическая коррекция изображения?
23. Что такое атмосферная коррекция изображения?
24. Назовите цифровые фотограмметрические системы, получившие широкое распространение в России.
25. Геопривязка снимков.
26. Какие алгоритмы контролируемой классификация с обучением Вам известны?
27. От каких параметров зависит спектральное разрешение систем ДЗЗ?
28. Чем определяется радиометрическое разрешение применительно к цифровым и аналоговым снимкам?
29. От чего зависит число, которое присваивается пикселю растрового изображения?
30. Что относят к основным источникам геометрических искажений, присущих снимкам?

6.2.2. Примерные тестовые задания к зачету

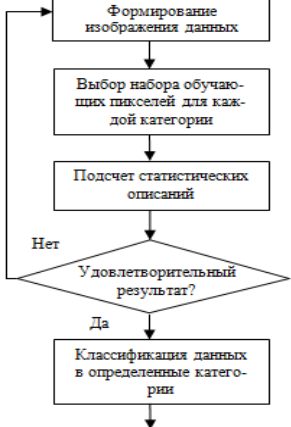
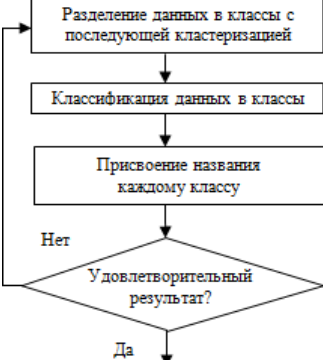
Вариант №1

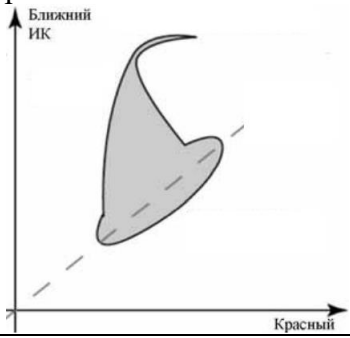
№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	<p>На рисунке ниже представлена градация в оттенках серого цвета гистограммы яркостей пикселей цифрового изображения. Укажите, какой из вариантов соответствует большему радиометрическому разрешению сенсора?</p>  <p>The figure shows three grayscale histograms. The first has 4 levels (0 to 3), the second has 16 levels (0 to 15), and the third has 256 levels (0 to 255). Each histogram is labeled with its bit depth: $2^2 = 4$, $2^4 = 16$, and $2^8 = 256$.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. первый вариант; 2. третий вариант; 3. второй вариант; 4. все варианты равнозначны.
2	<p>Назовите преимущество данных дистанционного зондирования Земли:</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. эффективны при исследовании небольших территорий; 2. возможность получить данные о труднодоступных областях земной поверхности; 3. возможность сразу получить трехмерную информацию об объекте; 4. низкая стоимость полевых работ.
3	<p>На рисунке ниже приведена дискретная шкала NDVI. Какому типу объектов соответствует значение NDVI=0?</p>  <p>The figure shows a discrete NDVI scale from -1.0 to 0.9. The scale is color-coded: -1.0 is dark blue, 0 is white, 0.1 is light blue, 0.2 is light green, 0.3 is green, 0.4 is dark green, 0.5 is medium green, 0.6 is light green, 0.7 is yellow-green, 0.8 is yellow, and 0.9 is orange.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. облакам; 2. асфальту; 3. воде; 4. открытой почве.
4	<p>Укажите длину волны, которая соответствует видимой области спектра:</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 0,40–0,75 мкм; 2. 0,10–0,40 мкм; 3. 0,75–1000 мкм; 4. 0,50-0,85 мкм.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
5	При уменьшении количества диапазонов и увеличении ширины каждого из них спектральная разрешающая способность:	<ol style="list-style-type: none"> 1. уменьшится; 2. увеличится; 3. не изменится; 4. несущественно увеличится.
6	Текстура, размер, тон, форма – это описание дешифровочных признаков:	<ol style="list-style-type: none"> 1. косвенных; 2. прямых; 3. теневых; 4. ландшафтных.
7	Назовите преимущество данных дистанционного зондирования Земли:	<ol style="list-style-type: none"> 1. эффективны при исследовании небольших территорий; 2. возможность получить данные о труднодоступных областях земной поверхности; 3. возможность сразу получить трехмерную информацию об объекте; 4. низкая стоимость полевых работ.
8	Какие из нижеперечисленных факторов не влияют на пространственное разрешение снимков?	<ol style="list-style-type: none"> 1. высота расположения платформы; 2. время прохождения сигнала от радиолокатора до объекта и обратно; 3. размер элементов сенсора; 4. фокусное расстояние оптической системы.
9	Какие основные характеристики рассматривают при оценке спектрального разрешения?	<ol style="list-style-type: none"> 1. фокусное расстояние оптической системы; 2. размер элементов сенсора; 3. количество диапазонов (каналов) и ширину каждого из них; 4. масштаб съемки.
10	Чем определяется радиометрическое разрешение сенсора?	<ol style="list-style-type: none"> 1. пространственным разрешением сенсора; 2. спектральным разрешением сенсора; 3. чувствительностью сенсора к вариациям интенсивности электромагнитного излучения; 4. наибольшей разницей в уровнях энергии излучения, которую можно зарегистрировать с помощью конкретной аппаратуры.
11	Применительно к цифровым снимкам радиометрическое разрешение определяется:	<ol style="list-style-type: none"> 1. конечным числом уровней дискретизации, на которые делится сигнал при аналогово-цифровом преобразовании; 2. возможностью определения малейших вариаций оттенков серого цвета; 3. количеством «смешанных» пикселей в изображении; 4. количеством «чистых» пикселей в изображении.
12	Помимо метода билинейной интерполяции для формирования цифрового трансформированного изображения применяют метод «ближайшего соседа». В чем его преимущество?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Улучшаются изобразительные свойства формируемого цифрового изображения; 2. Сокращается время формирования цифрового трансформированного изображения; 3. Улучшаются геометрические свойства формируемого цифрового изображения; 4. Увеличивается время формирования цифрового трансформированного изображения.
13	Элементы внешнего ориентирования	<ol style="list-style-type: none"> 1. GPS/IMU;

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
	снимка можно определить с помощью (выберите наиболее корректный ответ):	2. опорных точек; 3. опорных точек, GPS и инерциальных систем; 4. IMU.
14	С какой точностью при использовании на борту GPS/IMU систем во время АФС можно определить углы крена и тангажа (α и ω)?	1. 0,0025°; 2. 0,15°; 3. 0,025°; 4. 0,005°.
15	При уравнивании блока космических сканерных изображений, в случае если на стереоблок отсутствует информация об ЭВО и положении точек орбиты в момент съемки, то следует выполнять уравнивание универсальным методом. Какое минимальное количество опорных точек нужно иметь, чтобы уравнивать блок по алгоритму аффинной модели?	1. 10 шт.; 2. 6 шт.; 3. 4 шт.; 4. 7 шт.
16	С какой точностью при использовании на борту GPS/IMU систем во время АФС можно определить угол направления курса (χ)?	1. 0,0025°; 2. 45'; 3. 0,5°; 4. 0,005°.
17	Укажите типовую погрешность определения координат центров проектирования с помощью комплекса GPS/IMU.	1. 0,05 м; 2. 0,05-0,15 м; 3. 0,20 м; 4. 0,30 м.
18	Чем обеспечиваются цифровые технологии обработки снимков?	1. Аналитическими приборами; 2. Цифровыми фотокамерами; 3. Гибридными системами; 4. Быстродействующие ПЭВМ с большим объемом памяти.
19	Для построения ортофотоплана необходимо иметь ЦМР. В какой системе координат она, как правило, задается?	1. фотограмметрической системе координат; 2. в системе координат объекта OXYZ; 3. в одной из геоцентрических или топоцентрических систем координат; 4. в нормальной системе высот Балтийская-77, действующей на территории РФ и ряде стран бывшего СНГ (Болгария, Эстония, Латвия, Литва, Чехия, Словакия, Сербия, Венгрия и т.д.).
20	Оптический диапазон включает в себя:	1. видимую зону спектра; 2. видимую и инфракрасную зоны спектра; 3. видимую, ультрафиолетовую и инфракрасную зоны спектра; 4. ближнюю инфракрасную зону спектра.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	Если необходимо выполнить операцию «объединение» для космических сканерных снимков, то без каких точек не обойтись?	1. опорных; 2. связующих; 3. контрольных; 4. соответственных.
2	Метод RPC основан на соотношении двух полиномов <i>n-ой</i> степени, которые, в отличие от элементов ориентирования, не содержат в явном виде информации о характеристиках использованной съёмочной системы и полученных изображениях. О полиномах какой степени идет речь?	1. аффинных преобразованиях; 2. первой степени; 3. второй степени; 4. третьей степени.
3	АФК (независимо от типа) должна обеспечивать постоянство значений элементов внутреннего ориентирования, обеспечиваемое за счет жесткости конструкции камеры и материалов изготовления. Каков допуск?	1. 0.5 пкс физического размера пикселя; 2. 0.33 пкс; 3. 1 пкс; 4. 1/2 физического размера пикселя.
4	Укажите из нижеперечисленных пассивные съёмочные системы:	1. сканерные; 2. радиолокационные; 3. лазерные; 4. оптико-электронные.
5	На борту ВС должны быть определены параметры редукции фазового центра антенны ГНСС-приемника относительно внешнего центра проекции АФК (передняя узловая точка объектива). Сколько составляет абсолютная погрешность этих определений по каждой из координатных осей?	1. не более 0.1 мм в масштабе создаваемой карты (плана); 2. не более 0.3 мм в масштабе создаваемой карты (плана) или $1/2$ допустимой среднеквадратической погрешности определения координат точек по перекрывающимся снимкам; 3. $1/5$ допустимой СКО координат точек по перекрывающимся снимкам; 4. не более 0.1 мм в масштабе создаваемой карты (плана) или $1/5$ допустимой среднеквадратической погрешности определения координат точек по перекрывающимся снимкам.
6	На аэроснимке зернистая структура характерна для:	1. поля; 2. дороги; 3. леса; 4. болота.
7	Цель дешифрирования аэрокосмических снимков - это создание:	1. карт и планов; 2. ЦМР.; 3. фотосхемы; 4. ортофотопланов.
8	Метод RPC описывает связь нормированных значений строк и столбцов изображения (r_n, c_n) с нормированными значениями геодезической широты долготы и высоты (P, L, H) через набор полиномиальных коэффициентов. Какой диапазон имеют эти нормированные величины?	1. [-2, 2]; 2. [0, 1]; 3. [-1, 0]; 4. [-1, 1].

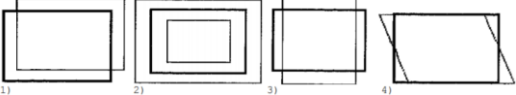
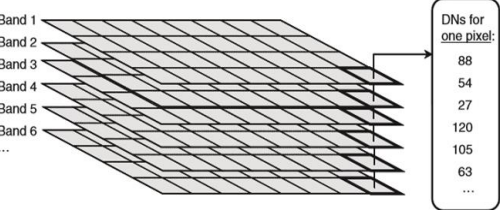
№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
9	<p>Схема какой классификации приведена на рисунке ниже?</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Неконтролируемой классификации с обучением; 2. Контролируемой классификации с обучением; 3. Контролируемой классификации без обучения; 4. Неконтролируемой классификации без обучения.
10	<p>Для получения цифровых изображений большого размера используют светочувствительную ПЗС-линейку, которая перемещаясь вместе с ЛА, позволяет получать:</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. «цифровой ковер» произвольной длины; 2. интегрированное изображение по данным от нескольких сенсоров; 3. «цифровой ковер» произвольной ширины; 4. «цифровой ковер» заданной ширины и произвольной длины.
11	<p>Схема какой классификации приведена на рисунке ниже?</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Неконтролируемой классификации с обучением; 2. Контролируемой классификации с обучением; 3. Контролируемой классификации без обучения; 4. Неконтролируемой классификации без обучения.
12	<p>Укажите, какой из нижеприведенных параметров АФС можно изменять, используя электронный командный прибор, по данным измерения путевой скорости и высоты полёта с учетом заданного продольного перекрытия.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. протяженность полета; 2. величину диафрагмы; 3. величину интервала фотографирования; 4. величину выдержки затвора.
13	<p>Укажите, какое паспортное радиометрическое разрешение обеспечивают практически все цифровые камеры, применяемые для АФС.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 8 бит; 2. 4 бита; 3. 16 бит; 4. 12 бит.
14	<p>Что показывает динамический диапазон цифровой камеры:</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. число уровней квантования; 2. отношение полезного сигнала к шуму; 3. пространственное разрешение сенсора; 4. разрядность АЦП.
15	<p>На рисунке ниже представлен знаменитый «треугольный регион, в форме шапочки с кисточкой» (tasseled cup) в</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. почвенной линии; 2. открытой почве; 3. зрелой растительности;

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
	<p>RED-NIR спектральном пространстве данных MSS . Чему соответствует пунктирная линия?</p> 	4. сомкнутому покрову.
16	Укажите заявленную внутреннюю точность составного изображения (virtual image), относящуюся к положению контуров, от производителя цифровых кадровых многосенсорных камер.	<ol style="list-style-type: none"> 1. СКО=±2 мкм; 2. СКО=±9 мкм; 3. СКО=±5 мкм; 4. СКО=±15 мкм.
17	При использовании кадровых многосенсорных камер результирующий кадр это:	<ol style="list-style-type: none"> 1. «цифровой ковер» произвольной длины; 2. кадр, формирующийся одной ПЗС-линейкой; 3. интегрированное изображение по данным от нескольких сенсоров; 4. кадр, формирующийся одной ПЗС-матрицей.
18	Геологическое, почвенное, геоморфологическое, сельскохозяйственное – это дешифрирование:	<ol style="list-style-type: none"> 1. топографическое; 2. ландшафтное; 3. контурное; 4. тематическое.
19	При дешифрировании снимков полосатость характерна для:	<ol style="list-style-type: none"> 1. пашни; 2. дороги; 3. леса; 4. реки.
20	«Окна прозрачности атмосферы» - это:	<ol style="list-style-type: none"> 1. диапазоны спектра, которые атмосфера пропускает; 2. диапазоны спектра, которые атмосфера не пропускает; 3. диапазоны спектра, которые атмосфера отражает; 4. диапазоны спектра, которые атмосфера рассеивает.

Вариант №3

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	Укажите основной диапазон значений	1. [0, 255];

	яркости при формировании полноцветного изображения с глубиной цвета 8 бит на канал.	<ol style="list-style-type: none"> [0, 1]; [0, 255]³; [0, 256].
2	Современные цифровые камеры позволяют получать сырые панхроматические и цветные (RGB) изображения с разрядностью не менее :	<ol style="list-style-type: none"> 8 бит по каждому из цветовых компонентов; 12 бит по каждому из цветовых компонентов; 16 бит по каждому из цветовых компонентов; 24 бит по каждому из цветовых компонентов.
3	Как часто необходимо выполнять калибровку топографических АФК?	<ol style="list-style-type: none"> один раз в 3 года; каждый год; перед каждым залетом; один раз в 5 лет.
4	При производстве АФС застроенных территорий на территории населенных пунктов высоту фотографирования определяют с учетом размера проекции пикселя аэроснимка на местности из соотношения:	<ol style="list-style-type: none"> $GSD = \frac{H}{F} = 35 \text{ см/пкс}$; $GSD = \frac{H}{F} = 5 \text{ см/пкс}$; $GSD = \frac{H}{F} = 9 \text{ см/пкс}$; $GSD = \frac{H}{F} = 7 \text{ см/пкс}$.
5	Рассмотрим три типа покрытия: чистый гипсовый песок, бетон и асфальт. Какое из упомянутых выше покрытий имеет спектральную отражательную способность не более 10%?	<ol style="list-style-type: none"> чистый гипсовый песок; бетон; асфальт; бетон и асфальт.
6	Во всех случаях определения элементов внешнего ориентирования при помощи бортовых комплексов определения положения и ориентации должна быть реализована возможность получения оценки точности линейных и угловых параметров ЭВО каждого снимка при постобработке данных бортовых наблюдений. При этом ИИУ, используемое на борту пилотируемого ВС в комплексе с топографической АФК в составе блока определения положения и ориентации или отдельно для определения координат центров проекции снимков, должно удовлетворять следующим требованиям:	<ol style="list-style-type: none"> СКП по крену и тангажу не должны превышать 0,005°, по курсу - не более 0,05°; СКП по крену и тангажу не должны превышать 0,005°, по курсу - не более 0,01°; СКП по крену и тангажу не должны превышать 0,0025°, по курсу - не более 0,005°; СКП по крену и тангажу не должны превышать 0,05°, по курсу - не более 0,5°.
7	<p>Какой формат записи данных представлен на рисунке ниже?</p>	<ol style="list-style-type: none"> BIP (<i>Band Interleaved by Pixel</i>); BIL (<i>Band Interleaved by Line</i>); BSQ (<i>Band Sequential</i>); нет правильного варианта ответа.

8	При производстве площадной АФС территорий с высотной застройкой (более 16-ти этажей) рекомендуемые значения продольных и поперечных перекрытий составляют:	<ol style="list-style-type: none"> 1. P=60%, Q=30%; 2. P=60%, Q=60%; 3. P=80%, Q=60%; 4. P=80%, Q=70%.
9	Над какой из нижеперечисленных архитектурных доминант возможно выполнение АФС залета с БПЛА с высоты фотографирования 700 м, удовлетворяющего требованиям нормативной документации?	<ol style="list-style-type: none"> 1. над Бурдж-Аль-Араб (высота 321 м); 2. над башнями Петронас в Куала-Лумпур (высота 451,9 м); 3. над Эйфелевой башней (высота 300 м); 4. над Эмпайр-стейт-билдинг (высота 381 м).
10	При отсутствии требований к максимальному допустимому значению эффективного поперечного угла захвата следует использовать значение:	<ol style="list-style-type: none"> 1. 30°; 2. 15°; 3. 35°; 4. 52°.
11	Одной из причин возникновения геометрических искажений на снимках является собственное вращение Земли. Укажите, насколько поворачивается Земля за 1 минуту.	<ol style="list-style-type: none"> 1. 0.0025°; 2. 0.25°; 3. 0.025°; 4. 2.5°.
12	На рисунке ниже представлены варианты внешних геометрических искажений на снимках. Укажите, за какое искажение отвечает третий вариант. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. перекося; 2. нарушение масштаба; 3. ошибка сдвига; 4. нарушение пропорций.
13	К снимкам низкого разрешения по общей классификации относятся те, которые имеют пространственное разрешение:	<ol style="list-style-type: none"> 1. 50-200 м/пкс; 2. 300-1 000 м/пкс; 3. 30-250 м/пкс; 4. 250-3 000 м/пкс.
14	На рисунке ниже представлен результат формирования цифрового изображения. Укажите, по данным с какого сенсора было получено это изображение? 	<ol style="list-style-type: none"> 1. гиперспектрального; 2. мультиспектрального; 3. радиолокационного; 4. по данным с лидара.
15	Ниже дан перечень причин возникновения геометрических искажений на снимке. Укажите, что из нижеперечисленного не относится к причинам возникновения геометрических искажений.	<ol style="list-style-type: none"> 1. искажение масштаба; 2. кривизна поверхности Земли; 3. вращение Земли; 4. движение КА в процессе формирования изображения.
16	На рисунке ниже приведена дискретная шкала NDVI. Какому типу объектов соответствует значение NDVI=+0.5?	<ol style="list-style-type: none"> 1. бетону; 2. угнетенной растительности; 3. разреженной растительности; 4. густой растительности.

17	Отметьте, что из перечисленного ниже не относится к причинам появления радиометрических искажений:		<ol style="list-style-type: none"> 1. неоднородность отклика детекторов и их различных элементов; 2. непостоянство параметров съемки от снимка к снимку; 3. потеря данных при их передаче, архивировании или извлечении из архива; 4. широкий динамический диапазон.
18	Увеличение влажности почвы ведет:		<ol style="list-style-type: none"> 1. к снижению ее отражательной способности во всем спектральном диапазоне отраженного излучения; 2. к увеличению ее отражательной способности во всем спектральном диапазоне отраженного излучения; 3. влажность не влияет на отражательную способность почв; 4. содержание влаги прямо пропорционально влияет на отражательную способность почв.
19	Рассмотрим детальную классификацию снимков по пространственному разрешению. Если снимок имеет разрешение от 10-20 м/пкс, то это:		<ol style="list-style-type: none"> 1. высокое разрешение; 2. среднее разрешение; 3. очень высокое разрешение; 4. относительно высокое разрешение.
20	Укажите, по какой из нижеприведенных формул определяют допустимую СКП высоты точек ЦМР для ортотрансформирования, выраженную в метрах.		<ol style="list-style-type: none"> 1. $m_{\text{ЦМР}} = \frac{0.00035}{\text{tg}\alpha} H \cdot M$; 2. $m_{\text{ЦМР}} = \frac{0.35 \text{ мм}}{\sqrt{B_x^2 + B_y^2}} H \cdot M$; 3. $m_{\text{ЦМР}} = \frac{0.00035}{\sqrt{B_x^2 + B_y^2}} H \cdot M$; 4. верны варианты ответов 1 и 3.

6.3. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

6.3.1. Критерии оценок промежуточной аттестации (зачет)

Оценка	Описание
Зачтено	Посещение более 50 % лекционных и практических занятий; студент твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос; все предусмотренные программой обучения задания выполнены, качество их выполнения достаточно высокое; в течение семестра выполнил творческую работу.
Не зачтено	Посещение менее 50 % лекционных и практических занятий; студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы; большинство предусмотренных программой обучения заданий

	не выполнено, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному.
--	---

Примерная шкала оценивания знаний в тестовой форме:

Количество правильных ответов, %	Оценка
0-49	Не зачтено
50-65	Зачтено
66-85	Зачтено
86-100	Зачтено

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

1. Lillesand, Thomas M. Remote sensing and image interpretation / Thomas M. Lillesand, Ralph W. Kiefer, Jonathan W. Chipman, 770 p. — Seventh edition, 2015. Includes bibliographical references and index. ISBN 978-1-118-34328-9 (paperback). Available Online: <https://www.geokniga.org/bookfiles/geokniga-remote-sensing-and-image-interpretation.pdf> (дата обращения: 10.06.2022).

2. Martin Vermeer, Getachew Tesfaye Ayehu. Digital Aerial Mapping. A Hands-On Course, 215 p., Helsinki, 18th September, 2021. - Available Online: <https://users.aalto.fi/~mvermeer/book.pdf> (дата обращения: 10.06.2022).

3. Старовойтов В.В. Цифровые изображения: от получения до обработки / В.В. Старовойтов, Ю.И. Голуб – Минск: ОИПИ НАН Беларуси, 2014. – 202 с. - ISBN 978-985-6744-80-1. Режим доступа: https://www.researchgate.net/profile/Valery-Starovoitov/publication/272487320_Cifroye_izobrazhenia_ot_polucenia_do_obrabotki/links/5832e0a208aef19cb81c7da1/Cifroye-izobrazhenia-ot-polucenia-do-obrabotki.pdf (дата обращения: 10.06.2022).

4. Дистанционное зондирование Земли: учебное пособие / Министерство образования и науки Российской Федерации, Сибирский Федеральный университет; под ред. В.М. Владимирова. - Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2014. – 196 с. - [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=364521> (дата обращения: 10.06.2022).

5. Михайлов А.П., Чибуничев А.Г. Фотограмметрия: Учебник для вузов – М.: Издательство МИИГаик, 2016. – 294 с. [Электронный ресурс]. - URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=29730402> (дата обращения: 10.06.2022).

6. Измestьев А.Г. Фотограмметрия и дистанционные методы зондирования Земли [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.Г. Измestьев. — Электрон. дан. — Кемерово: КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2017. — 119 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/105396>. — Загл. с экрана.

7. Дистанционное зондирование Земли: учебное пособие / Министерство образования и науки Российской Федерации, Сибирский Федеральный университет; под ред. В.М. Владимирова. - Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2014. - 196 с. : табл., схем. - Библиогр. в кн.. - ISBN 978-5-7638-3084-2; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=364521> (дата обращения: 10.06.2022).

7.1.2. Дополнительная литература

1. Anna Bogoliubova, Przemysław Tymków. Accuracy assessment of automatic image processing for land cover classification of St. Petersburg protected area. - Acta Scientiarum Polonorum, Geodesia et Descriptio Terrarum Vol. 13 (1-2) 2014, p. 5-22: https://www.researchgate.net/publication/295813339_ACCURACY_ASSESSMENT_OF_AUTOMATIC_IMAGE_PROCESSING_FOR_LAND_COVER_CLASSIFICATION_OF_ST_PETERSBURG_PROTECTED_AREA_1 (дата обращения: 10.06.2022).

2. Anna Bogoliubova, Przemysław Tymków. Land cover changes and dynamics and dynamics of Yuntolovsky Reserve. - Electronic Journal of Polish Agricultural University (EJPAU), Wrocław, Poland, 2014, Vol. 17, Issue 3. Available Online: <http://www.ejpau.media.pl/volume17/issue3/art-03.html> (дата обращения: 14.06.2022).

3. В.И. Архипов, Д.М. Черниковский, В.И. Березин, В.А. Белов. Современная технология таксации лесов дешифровочным способом «От съемки – к проекту». Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. Вып. 208. 2014. С. 22-24. Режим доступа: https://racurs.ru/upload/medialibrary/b5a/Arhipov_Chernikhovskiy_etc.pdf (дата обращения: 14.06.2022).

4. Г. Голдберг, С. Майер и др. Эффективный метод распознавания обособленных деревьев австралийской саванны по снимкам, полученных легкими и недорогими БПЛА. Remote Sensing. 10(2), 161, 2018. Режим доступа: <https://www.mdpi.com/2072-4292/10/2/161> (дата обращения: 14.06.2022).

5. Б.А. Новаковский, Р.В. Пермяков. Комплексное геоинформационно-фотограмметрическое моделирование рельефа. Учебное пособие. Изд. МИИГАиК., Москва, 2019. Режим доступа: https://racurs.ru/upload/medialibrary/b4a/Novakovskiy_Permyakov.pdf (дата обращения: 14.06.2022).

6. Тематическое дешифрирование и интерпретация космических снимков среднего и высокого пространственного разрешения [Электронный ресурс] : учебное пособие / А. Н. Шихов, А.П. Герасимов, А.И. Пономарчук, Е.С. Перминова; Пермский государственный национальный исследовательский университет. – Электронные данные. – Пермь, 2020. – 49,6 Мб; 191 с. : ил. – Режим доступа: <http://www.psu.ru/nauka/elektronnye-publikatsii/uchebnye-posobiya-i-metodicheskie-materialy/a-n-shikhov-a-p-gerasimov-a-i-ponomarchuk-e-s-perminova-tematicheskoe-deshifirovanie-i-interpretatsiya-kosmicheskikh-snimkov-srednego-i-vysokogo-prostranstvennogo-razresheniya> (дата обращения: 14.06.2022).

7. О.С. Сизов. Вопросы практического внедрения Big Geo Data на примере развития технологий дистанционного зондирования / ГЕОМАТИКА №3'2015, стр. 16-25. Режим доступа: <https://sovzond.ru/upload/iblock/f7e/16-25.pdf> (дата обращения: 10.06.2022).

8. Р.В. Пермяков. Применение геоинформационных технологий для решения географо-картографических задач (по материалам дистанционного зондирования). Геоинформатика, №3, 2014. С.10-17. Режим доступа: <https://racurs.ru/upload/medialibrary/376/Permyakov.pdf> (дата обращения: 14.06.2022).

9. Р.В. Пермяков, П.Д. Тарасова. Результаты комплексного тестирования данных КОМPSAT-3. Геопрофи, № 5, 2016. С.22-25. Режим доступа: https://racurs.ru/upload/medialibrary/efa/Permyakov_Tarasova.pdf (дата обращения: 14.06.2022).

10. Пермяков Р.В. Фотограмметрическая обработка и применение разновременных стереопар космических снимков. Геодезия и картография. № 8, 2021. С. 36-44. Режим доступа: https://geocartography.ru/scientific_article/2021_8_36-44 (дата обращения: 14.06.2022).

11. А.Ю. Сечин, В.Н. Адров. Фотограмметрия и облачные технологии. Геопрофи, № 2, 2017. С. 24-27. Режим доступа: https://racurs.ru/upload/medialibrary/f16/Adrov_Sechin.pdf (дата обращения: 14.06.2022).

12. Современные технологии обработки данных дистанционного зондирования Земли: монография / под ред. В.В. Еремеева. - Москва : Физматлит, 2015. - 458 с. [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457699> (дата обращения: 14.06.2022).

13. Токарева О.С. Обработка и интерпретация данных дистанционного зондирования Земли: учебное пособие / О.С. Токарева; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. – 148 с. Режим доступа: <http://window.edu.ru/resource/028/76028/files/PosobieERS.pdf> (дата обращения: 14.06.2022).

14. Шовенгердт, Р.А. Дистанционное зондирование. Модель и методы обработки изображений / Р.А. Шовенгердт. – М.: Техносфера, 2010. – 560 с. Режим доступа: <https://www.geokniga.org/bookfiles/geokniga-shovengerdt-ra-distancionnoe-zondirovanie-metody-i-modeli-obrabotki-izobrazhe.pdf> (<https://www.geokniga.org/books/5231>) (дата обращения: 14.06.2022).

15. Шошина, К.В. Геоинформационные системы и дистанционное зондирование: учебное пособие / К.В. Шошина, Р.А. Алешко; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова. - Архангельск: ИД САФУ, 2014. - Ч. 1. - 76 с. : ил. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-261-00917-7; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=312310> (дата обращения: 14.06.2022).

Нормативные документы

1. ГОСТ Р 59079-2020 Данные дистанционного зондирования Земли из космоса. Типы данных дистанционного зондирования Земли из космоса.

2. ГОСТ Р 59753-2021 Данные дистанционного зондирования Земли из космоса. Термины и определения.

3. ГОСТ Р 59480-2021 Данные дистанционного зондирования Земли из космоса. Уровни обработки данных дистанционного зондирования Земли из космоса.

4. [ГОСТ Р 52369](#) Фототопография. Термины и определения.

5. [ГОСТ Р 57657](#) (ИСО 19131:2007) Пространственные данные. Спецификация информационного продукта.

6. [ГОСТ Р 59080](#) Данные дистанционного зондирования Земли из космоса. Продукты обработки данных дистанционного зондирования Земли из космоса стандартные. Требования к составу и документированному описанию.

7. [ГОСТ Р 59081](#) Данные дистанционного зондирования Земли из космоса. Продукты обработки данных дистанционного зондирования Земли из космоса производные (базовые). Требования к составу и документированному описанию.

8. [ГОСТ Р 59082](#) Данные дистанционного зондирования Земли из космоса. Продукты обработки данных дистанционного зондирования Земли из космоса тематические. Типы задач, решаемых на основе тематических продуктов.

9. [ГОСТ Р 59083](#) Данные дистанционного зондирования Земли из космоса. Сервисы (услуги), предоставляемые потребителям с использованием данных дистанционного зондирования Земли из космоса. Обеспечение доступа потребителей к сервисам на основе данных дистанционного зондирования Земли из космоса.

10. ГОСТ Р 59084 Данные дистанционного зондирования Земли из космоса. Интеграция сервисов (услуг), предоставляемых потребителям с использованием данных дистанционного зондирования Земли из космоса, с картографическими веб-сервисами.

11. [ГОСТ Р 59085](#) Данные дистанционного зондирования Земли из космоса. Руководство пользователя данными дистанционного зондирования Земли из космоса, получаемыми с космических аппаратов оптико-электронного наблюдения в видимом и ближнем инфракрасном диапазоне. Требования к структуре и содержанию.

12. [ГОСТ Р 59086](#) Данные дистанционного зондирования Земли из космоса. Руководство пользователя данными дистанционного зондирования Земли из космоса, получаемыми с космических аппаратов радиолокационного наблюдения. Требования к структуре и содержанию.

13. [ГОСТ Р 57668](#) Пространственные данные. Метаданные. Часть 1. Основные положения.

14. [Приказ Госкорпорации «Роскосмос» от 7 июня 2019 г. № 173 «Об утверждении требований к форме и содержанию информации о данных дистанционного зондирования Земли из космоса и копиях данных дистанционного зондирования Земли из космоса, содержащихся в федеральном фонде данных дистанционного зондирования Земли из космоса, включая состав основных характеристик, необходимых для идентификации данных дистанционного зондирования Земли из космоса \(копий данных дистанционного зондирования Земли из космоса\)».](#)

15. Постановление Правительства Российской Федерации от 29 июня 2019 г. №840 «Об утверждении Правил определения размера платы за предоставление данных дистанционного зондирования Земли из космоса и копий данных дистанционного зондирования Земли из космоса, содержащихся в федеральном фонде данных дистанционного зондирования Земли из космоса».

16. Постановление Правительства Российской Федерации от 24 августа 2019 г. №1087 «Положение о порядке и особенностях предоставления данных дистанционного зондирования Земли из космоса, получаемых с космических аппаратов».

17. Постановление Правительства Российской Федерации от 24 августа 2019 г. №1088 «Об утверждении Правил взаимодействия федерального фонда данных дистанционного зондирования Земли из космоса с другими государственными фондами».

18. Постановление Правительства Российской Федерации от 10 июня 2005 г. № 370 «Об утверждении Положения о планировании космических съемок, приеме, обработке, хранении и распространении данных дистанционного зондирования Земли с космических аппаратов гражданского назначения высокого (менее 2 метров) разрешения» (с изменениями и дополнениями).

19. Руководство по приборам и методам наблюдений. Том 4 - Космические наблюдения/Всемирная метеорологическая организация. - Издание 2018 г. - Женева: Всемирная метеорологическая организация, 2018 г. - 265 с. - (N 8). - ISBN 978-92-63-40008-6.

7.1.3. Учебно-методическое обеспечение

1. ДИСТАНЦИОННОЕ ЗОНДИРОВАНИЕ И ФОТОГРАММЕТРИЯ: Методические указания для выполнения самостоятельной работы студентов по направлению специальности 21.05.01 / Санкт-Петербургский горный университет. Сост.: А.А. Боголюбова. СПб, 2021. 35 с.

2. MultiSpec User Guide. Available online at: - https://engineering.purdue.edu/~biehl/MultiSpec/MultiSpec_Intro_9_11.pdf (дата обращения: 14.06.2022).

3. QGIS User Guide — Электрон. дан. — <https://docs.qgis.org/3.4/pdf/ru/QGIS-3.4-UserGuide-ru.pdf> (дата обращения: 10.06.2022).

4. QGIS Training Manual — Электрон. дан. — https://docs.qgis.org/testing/en/docs/training_manual/ (дата обращения: 10.06.2022).

5. TNTmips® Automatic Image Feature Classification process. — Электрон. дан. — <https://www.microimages.com/documentation/topics/image/classify/classify.html> (дата обращения: 10.06.2022).

6. ILWIS ILWIS 3.0/ Available online at: - User's Guide: <https://www.itc.nl/ilwis/users-guide/> (дата обращения: 14.06.2022).

7. Руководство пользователя PHOTOMOD 7.2. - Общие сведения о системе – М.: Ракурс, 2021. – 237 с. – Режим доступа: <https://racurs.ru/downloads/documentation/rus/general.pdf> (дата обращения: 14.06.2022).

8. Руководство пользователя PHOTOMOD 7.2. – Уравнивание сети – М.: Ракурс, 2021. – 104 с. – Режим доступа: <https://racurs.ru/downloads/documentation/rus/solver.pdf> (дата обращения: 14.06.2022).

9. Руководство пользователя PHOTOMOD 7.2. – Обработка данных беспилотных летательных аппаратов – М.: Ракурс, 2021. – 221 с. – Режим доступа: <https://racurs.ru/downloads/documentation/rus/uas.pdf> (дата обращения: 14.06.2022).

10. Руководство пользователя PHOTOMOD 7.2. – Ортотрансформирование – М.: Ракурс, 2021. – 27 с. – Режим доступа: <https://racurs.ru/downloads/documentation/rus/ortho.pdf> (дата обращения: 14.06.2022).

Интернет-ресурсы открытого доступа

1. Материалы открытого доступа портала: meganorm.ru
2. Материалы открытого доступа портала: docs.cntd.ru
3. Материалы открытого доступа портала: geokniga.org
4. Материалы открытого доступа портала: cgkipd.ru
5. Материалы открытого доступа портала: rosreestr.gov.ru
6. Материалы открытого доступа портала: gosthelp.ru
7. Материалы открытого доступа портала: regulation.gov.ru

7.2. Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы

1. Welcome to Google Earth Engine. – Available at: <https://developers.google.com/earth-engine> (дата обращения: 10.06.2022).

2. ЦФС PHOTOMOD – полнофункциональная цифровая фотограмметрическая система: <https://racurs.ru/program-products/tsfs-photomod/> (дата обращения: 11.06.2022).

3. TNTgis 2022 - Release Version Geospatial software for image analysis and GIS: <https://www.microimages.com/downloads/tntmips.htm> (дата обращения: 11.06.2022).

4. MultiSpec - A Freeware Multispectral Image Data Analysis System (распространяемая бесплатно ГИС, позволяет открывать, просматривать и обрабатывать многозональные и гиперспектральные снимки, имеет набор стандартных средств визуализации, преобразований и классификации многозональных аэрокосмических изображений): https://engineering.purdue.edu/~biehl/MultiSpec/download_win.html (дата обращения: 14.06.2022).

5. Платформа геопространственной аналитики Unfolded Studio, предлагающая набор инструментов для работы с большими данными (для их визуализации, объединения и обобщения): <https://studio.unfolded.ai/home> (дата обращения: 11.06.2022).

6. Облачная платформа Copernicus Open Access Hub: <https://scihub.copernicus.eu/> (дата обращения: 11.06.2022).

7. Сайт Геологической службы США: <https://earthexplorer.usgs.gov/> (дата обращения: 10.06.2022).

8. Портал корпорации «Роскосмос»: <https://pod.gptl.ru/> (дата обращения: 10.06.2022).

9. Портала Федерального фонда пространственных данных: <https://portal.fppd.cgkipd.ru/main> (дата обращения: 11.06.2022).

10. Integrated Land and Water Information System (ILWIS) – свободно распространяемое ПО для ГИС и дистанционного зондирования, включает в себя полный пакет обработки изображений, пространственного анализа и цифрового картографирования: <https://www.itc.nl/ilwis/> (дата обращения: 14.06.2022).

11. Европейская цифровая библиотека Europeana: <http://www.europeana.eu/portal>

12. КонсультантПлюс: справочно-поисковая система [Электронный ресурс]. - www.consultant.ru/

13 Информационно-издательский центр по геологии и недропользованию Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации - ООО «ГЕОИНФОРММАРК»: <http://www.geoinform.ru/>

14. Информационно-аналитический центр «Минерал»: <http://www.mineral.ru/>

15. Мировая цифровая библиотека: <http://wdl.org/ru>

16. Научная электронная библиотека «eLIBRARY»: <https://elibrary.ru/>

17. Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru/>

18. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» <http://school-collection.edu.ru/>

19. Поисковые системы Google, Yandex, Rambler, Yahoo и др.

20. Электронно-библиотечная система издательского центра «Лань»: <https://e.lanbook.com/books>

21. Электронная библиотека Российской Государственной Библиотеки (РГБ): <http://elibrary.rsl.ru/>

22. Электронная библиотека учебников: <http://studentam.net>

23. Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ»: www.biblio-online.ru.

24. Электронная библиотечная система «Национальный цифровой ресурс «Рукопонт»»: <http://rucont.ru/>

25. Электронно-библиотечная система <http://www.sciteclibrary.ru/>

26. Официальный сайт научно-технической библиотеки СГГА. Режим доступа: <http://lib.ssga.ru/>

27. Материалы официального сайта компании «Совзонд» URL: <http://sovzond.ru>

28. Материалы официального сайта Инженерно-технологического центра «СканЭкс». Режим доступа: <http://scanex.ru>
29. ГИС Ассоциация. Режим доступа: <http://www.gisa.ru/>
30. Онлайн-калькулятор для расчета параметров цифровой аэрофотосъемки с беспилотных летательных аппаратов: <https://order.usgik.ru/> и др.
31. Всемирный центр метеорологических и океанографических данных (NOAA): <http://www.ncdc.noaa.gov>
32. Earthnet – On Line Interactive Stand Alone client (EOLI-SA) – программа, обеспечивающая поиск снимков, распространяемых под эгидой Европейского Космического Агентства (бесплатно): <https://earth.esa.int/eogateway>
33. Проект «Космоснимки» — геопортал ИТЦ СканЭкс: <http://www.kosmosnimki.ru>
34. Науки о Земле – Geo-Science. Режим доступа: www.geo-science.ru/
35. АГП «Навгеоком». Режим доступа: www.navgeokom.ru , www.agp.ru/
36. Журнал «Геопрофи». Режим доступа: www.geoprofi.ru/
37. Журнал «Professional Surveyor». Режим доступа: www.profsurv.com/
38. Научно-популярный журнал «Земля из космоса». Режим доступа: <http://zikj.ru/index.php/ru/>
39. Журнал «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса». Режим доступа: <http://jr.rse.cosmos.ru/>
40. GIS-Lab – сообщество специалистов в области ГИС и ДЗЗ. Режим доступа: <http://gis-lab.info/>

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Материально-техническое оснащение аудиторий:

Аудитории для проведения лекционных занятий. Специализированное помещение с числом посадочных мест на 50 человек для проведения занятий лекционного типа, оснащенное проекторным оборудованием или электронной доской для визуального представления материалов занятия (текстовых и графических).

Аудитории для проведения практических занятий. Специализированное помещение с числом посадочных мест на 25 человек для проведения практических занятий в рамках объяснения задания, оформления графических материалов, оснащенное проекторным оборудованием или электронной доской для визуального представления материалов занятия (текстовых и графических).

В учебном процессе используется комплект плакатов по сферам кадастровой деятельности и государственной регистрации прав на недвижимое имущество и сделок с ним.

8.2. Помещения для самостоятельной работы:

1. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 13 посадочных мест. Стул – 25 шт., стол – 2 шт., стол компьютерный – 13 шт., шкаф – 2 шт., доска аудиторная маркерная – 1 шт., АРМ учебное ПК (монитор + системный блок) – 14 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional: ГК № 1464-12/10 от 15.12.10 «На поставку компьютерного оборудования» ГК № 959-09/10 от 22.09.10 «На поставку компьютерной техники» (обслуживание до 2020 года) ГК № 447-06/11 от 06.06.11 «На поставку оборудования» (обслуживание до 2020 года) ГК № 984-12/11 от 14.12.11 «На поставку оборудования» (обслуживание до 2020 года) Договор № 1105-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования» (обслуживание до 2020 года), Договор № 1106-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования» (обслуживание до 2020 года) ГК № 671-08/12 от 20.08.2012 «На поставку продукции» (обслуживание до 2020 года), Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, Microsoft Open License 48358058 от 11.04.2011, Microsoft Open License

49487710 от 20.12.2011, Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011 (обслуживание до 2020 года).

Microsoft Office 2010 Standard: Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012 (обслуживание до 2020 года), Microsoft Open License 60799400 от 31.08.2012 (обслуживание до 2020 года)

Kaspersky antivirus 6.0.4.142

2. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 17 посадочных мест. Доска для письма маркером – 1 шт., рабочие места студентов, оборудованные ПК с доступом в сеть университета – 17 шт., мультимедийный проектор – 1 шт., АРМ преподавателя для работы с мультимедиа – 1 шт. (системный блок, мониторы – 2 шт.), стол – 18 шт., стул – 18 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Операционная система Microsoft Windows XP Professional: Microsoft Open License 16020041 от 23.01.2012.

Операционная система Microsoft Windows 7 Professional Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011 (обслуживание до 2020 года).

Microsoft Office 2007 Standard Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007 (обслуживание до 2020 года)

3. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 16 посадочных мест. Стол компьютерный для студентов (тип 4) - 3 шт., стол компьютерный для студентов (тип 6) – 2 шт., стол компьютерный для студентов (тип 7) – 1 шт., кресло преподавателя (сетка, цвет черный) – 17 шт., доска напольная мобильная белая магнитно-маркерная «Magnetoplan» 1800мм×1200мм - 1 шт., моноблок Lenovo M93Z Intel Q87 – 17 шт., плакат – 5 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional: Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011 (обслуживание до 2020 года).

Microsoft Office 2007 Professional Plus: Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010 (обслуживание до 2020 года).

CorelDRAW Graphics Suite X5 Договор №559-06/10 от 15.06.2010 «На поставку программного обеспечения» (обслуживание до 2020 года)

Autodesk product: Building Design Suite Ultimate 2016, product Key: 766H1

Cisco Packet Tracer 7.1 (свободно распространяемое ПО), Quantum GIS (свободно распространяемое ПО), Python (свободно распространяемое ПО), R (свободно распространяемое ПО), Rstudio (свободно распространяемое ПО), SMath Studio (свободно распространяемое ПО), GNU Octave (свободно распространяемое ПО), Scilab (свободно распространяемое ПО)

8.3. Помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования:

1. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 4 шт., сетевой накопитель – 1 шт., источник бесперебойного питания – 2 шт., телевизор плазменный Panasonic – 1 шт., точка Wi-Fi – 1 шт., паяльная станция – 2 шт., дрель – 5 шт., перфоратор – 3 шт., набор инструмента – 4 шт., тестер компьютерной сети – 3 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., паста теплопроводная – 1 шт., пылесос – 1 шт., радиостанция – 2 шт., стол – 4 шт., тумба на колесиках – 1 шт., подставка на колесиках – 1 шт., шкаф – 5 шт., кресло – 2 шт., лестница Alve – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Microsoft Office 2010 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

2. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 5 шт., стул – 2 шт., кресло – 2 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 2 шт., МФУ – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., шуруповерт – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Microsoft Office 2007 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

3. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 2 шт., стулья – 4 шт., кресло – 1 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 1 шт. (доступ к сети «Интернет»), веб-камера Logitech HD C510 – 1 шт., колонки Logitech – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., дрель – 1 шт., телефон – 1 шт., набор ручных инструментов – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 48358058 от 11.04.2011)

Microsoft Office 2007 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

8.4. Лицензионное программное обеспечение:

Microsoft Windows 7 Professional

Microsoft Open License 49487710 от 20.12.2011

Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011 (обслуживание до 2020 года). Договор № 1105-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования» (обслуживание до 2020 года), Договор № 1106-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования» (обслуживание до 2020 года)

Microsoft Office 2007 Standard, Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007 (обслуживание до 2020 года)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky (Договор № 0372100009416000119 от 13.09.2016 года)

Adobe Reader XI (Свободно распространяемое ПО)

Credo DAT 4.1, Credo DAT 4.12 Prof (Ключи 352252BB; 2D957512; 2CA5651A; 2CA5643C) – письмо исх. №74/17 от 25.10.2017 от СП «КРЕДО-ДИАЛОГ»

R x64 2.15.2 (Свободно распространяемое ПО)

Civil 3D 2015 Лицензия Autodesk Infrastructure Design Suite Ultimate 2015 серийный номер 545-31966280 ключ 785G1

AutoCAD 2015 Лицензия Autodesk Infrastructure Design Suite Ultimate 2015 серийный номер 545-31966280 ключ 785G1 серийный номер 545-35359498 сетевая лицензия ID 8625IDSU_2015_05