

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования "Пермский  
государственный национальный исследовательский  
университет"**

**Кафедра картографии и геоинформатики**

**Авторы-составители: Пономарчук Алексей Иванович  
Шихов Андрей Николаевич  
Абдуллин Ринат Камилевич**

Рабочая программа дисциплины

**ДИСТАНЦИОННОЕ ЗОНДИРОВАНИЕ В КАРТОГРАФИИ**

Код УМК 75941

Утверждено  
Протокол №3  
от «20» мая 2020 г.

Пермь, 2020

## **1. Наименование дисциплины**

Дистанционное зондирование в картографии

## **2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина входит в обязательную часть Блока « Б.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление: **05.03.03** Картография и геоинформатика  
направленность Геоинформатика

### 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины **Дистанционное зондирование в картографии** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

**05.03.03** Картография и геоинформатика (направленность : Геоинформатика)

**ОПК.9** владеть основами картографии и топографии, способность применять картографические методы исследования в научно-исследовательской работе и профессиональной сфере

**ПК.18** знать правовые основы профессиональной деятельности в области геоинформационных систем и технологий

**ПК.3** владеть аэрокосмическими методами картографирования и моделирования, основанными на компьютерных технологиях обработки снимков нового типа (сверхвысокого разрешения, тепловых, радиолокационных), а также методами компьютерных стереоизмерений и трехмерного аэрокосмического моделирования

**ПК.4** владеть средствами глобального позиционирования

#### 4. Объем и содержание дисциплины

<b>Направления подготовки</b>	05.03.03 Картография и геоинформатика (направленность: Геоинформатика)
<b>форма обучения</b>	очная
<b>№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины</b>	9,10
<b>Объем дисциплины (з.е.)</b>	6
<b>Объем дисциплины (ак.час.)</b>	216
<b>Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:</b>	84
<b>Проведение лекционных занятий</b>	28
<b>Проведение лабораторных работ, занятий по иностранному языку</b>	56
<b>Самостоятельная работа (ак.час.)</b>	132
<b>Формы текущего контроля</b>	Защищаемое контрольное мероприятие (5) Итоговое контрольное мероприятие (2)
<b>Формы промежуточной аттестации</b>	Экзамен (9 триместр) Экзамен (10 триместр)

## **5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины**

### **Дистанционное зондирование в картографии. Часть 1**

Содержание первого триместра курса включает изучение технологий спутникового позиционирования. Рассматриваются физические основы спутникового позиционирования, методы местоопределения, основные глобальные навигационные спутниковые системы и их особенности, существующие GNSS-приемники, технологии высокоточного спутникового позиционирования и области их применения,

#### **Введение. Средства и методы дистанционного зондирования. Физические основы получения земной поверхности**

Работа с кодовыми спутниковыми приемниками и абсолютными способами позиционирования.

#### **Виды и технологии получения аэрокосмических снимков**

Работа со спутниковыми приемниками и относительными способами позиционирования

#### **Геометрическая коррекция и ортотрансформирование космических снимков**

Методы местоопределения. Существующие и проектируемые глобальные системы навигации и позиционирования, их функциональная схема

#### **Предварительная обработка космических снимков. Улучшающие преобразования. Создание мозаик снимков.**

Классификации спутниковых приемников, способы позиционирования, аналитические решения при определении координат и пространственных векторов.

#### **Основы тематической классификации данных ДЗЗ**

Концепции интеграции спутниковых систем с другими геодезическими приборами, устройствами дистанционного зондирования, навигационными устройствами.

#### **Тема 6. Заключение. Подготовка к зачету.**

Проверка знаний по следующим разделам курса: Введение. Средства и методы дистанционного зондирования. Физические основы получения земной поверхности. Виды и технологии получения аэрокосмических снимков. Геометрическая коррекция и ортотрансформирование космических снимков. Предварительная обработка космических снимков. Улучшающие преобразования. Создание мозаик снимков. Основы тематической классификации данных ДЗЗ.

### **Дистанционное зондирование в картографии. Часть 2**

Содержание 2 семестра курса включает изучение дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) – комплекса технологий, дающего наиболее доступный способ создания новых и актуализации существующих пространственных данных о местности. Подробно рассматриваются физические основы ДЗЗ, виды и технологии получения аэрокосмической съемки; основные методы и приемы обработки космических снимков, основы работы с цветными изображениями. Завершают материал курса темы, касающиеся практического применения ДЗЗ в картографии: технологии применения ДЗЗ в картографии, обзор методов классификации, применение методов нейронных сетей для дешифрирования растительности, основы дешифрирования снимков и применение аэрокосмических снимков для web картографирования. Значительное внимание уделено характеристикам съемочных материалов, определяющим их применимость для решения задач картографирования и мониторинга процессов и явлений.

#### **Раздел 1. Введение**

Термины и определения, цель и задачи курса, связь с другими дисциплинами картографического профиля, основные направления использования современных материалов дистанционного

зондирования. Данная тема является вводной и содержит общую информацию о дистанционном зондировании Земли путем регистрации отраженного и собственного электромагнитного излучения. Рассматриваются диапазоны электромагнитного излучения и их особенности, окна прозрачности атмосферы, типы датчиков (сенсоров) и т.п. Отдельно рассмотрены принципы получения радиолокационных изображений.

## **Раздел 2. Физические основы получения изображений земной**

Спектр электромагнитных колебаний, особенности получения изображений в отдельных его диапазонах. Влияние атмосферы: экранирующее влияние облачности; поглощение лучей атмосферой и окна прозрачности; рассеивание лучей атмосферой. Искусственное освещение местности. Особенности орбит: форма, высота, наклонение, период обращения, положение относительно Солнца. Влияние прецессий орбит и других особенностей орбитальной съемки на картографо-фотограмметрические свойства снимков Земли.

## **Раздел 3. Виды и технологии получения аэрокосмических снимков**

Современная съемочная аппаратура. Классификация съемочных методов и средств. Аэросъемка. Космическая съемка. Наземная съемка. Пассивные и активные, прямые и косвенные съемочные методы. Фотографическая съемка: черно-белая, цветная, спектральная. Разрешающая способность фотоснимка и разрешение на земной поверхности. Принцип цифровой съемки. Сканерная съемка. Оптико-механический и оптико-электронный способ съемки. Микроволновая радиометрическая съемка. Радиолокационная съемка. Лазерное сканирование. Многозональная и гиперспектральная съемка.

## **Раздел 4. Основные методы и приемы обработки космических снимков**

Предобработка данных дистанционного зондирования – понятие о радиометрической и геометрической коррекции. Преобразование контрастности снимков. Регистрация и привязка снимков по опорным точкам. Основные этапы и методы обработки снимков с использованием специализированного программного обеспечения.

## **Раздел 5. Основы работы с цветными изображениями**

Понятие о цветных изображениях. Синтезирование цветных изображений. Пространственные фильтры. Цветовые модели. Аддитивные и субтрактивные модели. Интерпретация координат в модели HSI. Переходы между цветовыми пространствами. Основы обработки цветных изображений.

## **Раздел 6. Использование данных ДЗЗ в реальном проекте**

Подведение итогов. Основные методы создания и обновления карт на основе использования данных дистанционного зондирования.

## **Раздел 7. Использование данных ДЗЗ в археологии и классификации земель**

Термины и определения, цель и задачи, связь с первой частью курса и другими дисциплинами картографического профиля. Области применения, основные направления использования данных дистанционного зондирования в картографии. Мировой фонд космических снимков. Данные открытых сервисов, их особенности. Технологии применения данных ДЗЗ, основные этапы.

## **Раздел 8. Вегетационные индексы. Картографирование открытых почв по данным ДЗЗ**

Принципы подбора снимков для решения практических задач. Изменение пространственного разрешения, применение фильтров для улучшения (изменения) свойств снимков. Способы передискретизации. Общий обзор методов классификации снимков. Попиксельная и объектно-ориентированная классификация (многоканальная сегментация, текстурный анализ). Практические примеры использования. Роль и место методов нейронных сетей.

### **Раздел 9. Коррекция, совмещение и ортотрансформирование данных ДЗЗ**

Обзор общей схемы исследований с применением методов нейронных сетей. Самоорганизующиеся нейронные сети с обучением. Комбинирование методов нейронных сетей и метода многоканальной сегментации. Примеры использования методов и алгоритмов нейронных сетей к решению задач дешифрирования и картирования лесной растительности.

### **Раздел 10. Обзор методов дешифрирования данных ДЗЗ**

Геопривязка к опорным точкам и трансформирование. Визуальное и компьютерное дешифрирование, основные дешифровочные признаки, их физические основы и области применения. Основные подходы, применяемые для улучшения различимости объектов с целью последующего применения методов автоматического дешифрирования. Приемы, используемые для анализа разновременных данных. Методы автоматического дешифрирования. Коррекция результатов автоматического дешифрирования.

### **Раздел 11. Радиолокационная съемка**

Особенности применения аэрокосмических снимков в web картографировании. Организация web порталов (геопорталов). Библиотеки растровых данных. Нарезка растровых изображений на тайлы. Стандарты, форматы и протоколы обмена данными. Открытые данные, программы и технологии.

### **Раздел 12. Лидарная съемка**

Подведение итогов. Сводка технологий картографирования с использованием данных дистанционного зондирования Земли: методы, алгоритмы, отдельные приемы. Этапы работы, использование дополнительных материалов и результатов полевых обследований. Математическое обоснование.

### **Подготовка к экзамену**

Подготовка к экзамену предусматривает повтор пройденного материала с акцентом на наиболее сложных вопросах, вызывающих у студентов сомнения. Это вопросы следует выявить и подготовить для более подробного разбора материала с участием преподавателя.

## **6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторские занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что контактная работа с преподавателем эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем во время проведения мероприятий текущего контроля и учитываются при промежуточной аттестации.

Обучающимся с ОВЗ и инвалидов предоставляется возможность выбора форм проведения мероприятий текущего контроля, альтернативных формам, предусмотренным рабочей программой дисциплины. Предусматривается возможность увеличения в пределах 1 академического часа времени, отводимого на выполнение контрольных мероприятий.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

При проведении текущего контроля применяются оценочные средства, обеспечивающие передачу информации, от обучающегося к преподавателю, с учетом психофизиологических особенностей здоровья обучающихся.

## **7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение из перечня информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.



## 8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

### Основная:

1. Браверман Б. А. Программное обеспечение геодезии, фотограмметрии, кадастра, инженерных изысканий: Учебное пособие/Браверман Б. А..-Москва:Инфра-Инженерия,2018, ISBN 978-5-9729-0224-8.-244. <http://www.iprbookshop.ru/78231.html>
2. Картография [Электронный ресурс] : учебное пособие для студентов, обучающихся по направлениям подготовки бакалавров "Картография и геоинформатика", "Геодезия и дистанционное зондирование" / М-во науки и высш. образования РФ, Перм. гос. нац. исслед. ун-т ; ред. Н. В. Бажукова. - Пермь : ПГНИУ, 2020. - 309 с. - Электрон. версия печ. публикации 2020 г. - ISBN 978-5-7944-3455-2 <https://elis.psu.ru/node/619331>

### Дополнительная:

1. Лурье И. К. Геоинформационное картографирование. Методы геоинформатики и цифровой обработки космических снимков: учебное пособие для вузов/И. К. Лурье.-Москва:Книжный дом "Университет",2008, ISBN 978-5-98227-270-6.-424.
2. Книжников Ю. Ф.,Кравцова В. И.,Тутубалина О. В. Аэрокосмические методы географических исследований:учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению "География" и специальностям "География" и "Картография"/Ю. Ф. Книжников, В. И. Кравцова, О. В. Тутубалина.- Москва:Академия,2011, ISBN 978-5-7695-6830-5.-410616.
3. Лозовая, С. Ю. Фотограмметрия и дистанционное зондирование территорий : практикум. Учебное пособие / С. Ю. Лозовая, Н. М. Лозовой, А. В. Прохоров. — Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2012. — 168 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/28415>

## 9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

<http://geomatica.ru/> Журнал "Геоматика"

<http://zikj.ru/index.php/ru/> Журнал "Земля из Космоса"

<http://gis-lab.info/> Сайт сообщества специалистов в области ГИС и ДЗЗ

<http://www.geogr.msu.ru/science/aero/acentre/centre.htm> Межуниверситетский аэрокосмический центр

## 10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Образовательный процесс по дисциплине **Дистанционное зондирование в картографии** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

Презентационные материалы (слайды по темам лекционных и практических занятий)

Доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС)

Доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Лицензионный программный комплекс: ArcGIS, ScanEx Image Processor

Программный комплекс с открытым кодом Q-GIS, GRASS, SAGA, ILVIS, GDAL

Архив открытых геоданных портала GIS-LAB.INFO.

ОС "Альт Образование"

Консультант Плюс [Электронный ресурс]: справочно-правовая система: база данных. – Доступ из сети ПГНИУ

Архивы кафедры картографии и геоинформатики и ГИС-центра ПГНИУ:

- Архив цифровых топографических карт масштаба 1:1000000, 1:500000, 1:200000, 1:100000 за 2002-2017 годы;
- Архив цифровых и печатных космических снимков (LandSat, SPOT, IRS, Sentinel-2) за 2007-2017 годы;
- Архив цифровых моделей рельефа и цифровых моделей местности;
- Архив периодической, учебной и технической литературы кафедры, в т.ч. электронные издания;
- Архив цифровых тематических электронных слоев баз пространственных данных;
- Архив печатной технической литературы по сопровождению лицензионных программных продуктов.

Специализированное оборудование: периферийное оборудование для наземного комплекса активной координатной сети Spektra Precision ProMark 220, земная станция приема и обработки космической информации X-диапазона, терминал обработки информации с искусственного спутника Земли (ИСЗ), терминал обработки информации с искусственного спутника Земли (ИСЗ) EROS B, терминал обработки информации с искусственного спутника Земли (ИСЗ) SPOT-5.

При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ ([student.psu.ru](http://student.psu.ru)).

При организации дистанционной работы и проведении занятий в режиме онлайн могут использоваться:

система видеоконференцсвязи на основе платформы BigBlueButton (<https://bigbluebutton.org/>).

система LMS Moodle (<http://e-learn.psu.ru/>), которая поддерживает возможность использования текстовых материалов и презентаций, аудио- и видеоконтент, а так же тесты, проверяемые задания, задания для совместной работы.

система тестирования Indigo (<https://indigotech.ru/>).

## **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Для лекционных занятий требуется: проектор, экран, компьютер/ноутбук, меловая (и) или маркерная доска.

Для лабораторных занятий: компьютерный класс, оснащенный персональными ЭВМ. Состав оборудования определен в Паспорте компьютерного класса.

Для практических занятий: проектор, экран, компьютер/ноутбук, меловая (и) или маркерная доска.

Для групповых и индивидуальных консультаций требуется: проектор, экран, компьютер/ноутбук, меловая (и) или маркерная доска.

Для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации требуется: проектор, экран, компьютер/ноутбук, меловая (и) или маркерная доска.

Для самостоятельной работы: аудитория, оснащенная компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», обеспеченная доступом в электронную информационно-образовательную среду университета. Помещения Научной библиотеки ПГНИУ.

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютера с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

2. Читальный зал гуманитарной литературы, корп. 2, ауд. 418. Оборудован 7 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

3. Читальный зал естественной литературы, корп.6, ауд. 107а. Оборудован 5 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

4. Отдел иностранной литературы, корп.2 ауд. 207. Оборудован 1 персональным компьютером с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

5. Библиотека юридического факультета, корп.9, ауд. 4. Оборудована 11 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

6. Читальный зал географического факультета, корп.8, ауд. 419. Оборудован 6 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

Все компьютеры, установленные в помещениях научной библиотеки, оснащены следующим программным обеспечением:

Операционная система ALT Linux;

Офисный пакет Libreoffice.

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»

**Фонды оценочных средств для аттестации по дисциплине  
Дистанционное зондирование в картографии**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции.  
Индикаторы и критерии их оценивания**

**ОПК.9**

**владеть основами картографии и топографии, способность применять картографические методы исследования в научно-исследовательской работе и профессиональной сфере**

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p><b>ОПК.9</b> владеть основами картографии и топографии, способность применять картографические методы исследования в научно-исследовательской работе и профессиональной сфере</p>	<p>Знать: основы картографии и топографии, теоретические основы предварительной и тематической обработки данных ДЗЗ, уровни обработки данных ДЗЗ</p> <p>Уметь: применять картографические методы исследования в научно-исследовательской работе и профессиональной сфере</p> <p>Владеть: методами визуально-интерактивного и автоматизированного дешифрирования</p>	<p align="center"><b>Неудовлетворител</b></p> <p>Не знает основ картографии и топографии</p> <p>Не умеет применять картографические методы исследования в научно-исследовательской работе и профессиональной сфере</p> <p>Не владеет методами картографических исследований</p> <p align="center"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>Имеет общее представление об основах картографии и топографии</p> <p>Имеет частично сформированные умения применять картографические методы исследования в научно-исследовательской работе и профессиональной сфере</p> <p>Владеет некоторыми методами картографических исследований</p> <p align="center"><b>Хорошо</b></p> <p>Хорошо ориентируется в основах картографии и топографии, понимает их специфику и различия</p> <p>В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение применять картографические методы исследования в научно-исследовательской работе и профессиональной сфере</p> <p>В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение современными</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;"><b>Хорошо</b></p> <p>картографическими методами исследования в научно-исследовательской работе и профессиональной сфере</p> <p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>Свободно ориентируется в основах картографии и топографии, понимает их специфику и различия, особенности геоинформатики</p> <p>Способен самостоятельно выполнять картографические исследования как в научно-исследовательской, так и в профессиональной сфере</p> <p>Свободно владеет методами картографических исследования и геоинформатики, способен применять их для решения научно-исследовательских и производственных задач</p>

### **ПК.3**

**владеть аэрокосмическими методами картографирования и моделирования, основанными на компьютерных технологиях обработки снимков нового типа (сверхвысокого разрешения, тепловых, радиолокационных), а также методами компьютерных стереоизмерений и трехмерного аэрокосмического моделирования**

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p><b>ПК.3</b> владеть аэрокосмическими методами картографирования и моделирования, основанными на компьютерных технологиях обработки снимков нового типа (сверхвысокого разрешения, тепловых, радиолокационных), а также методами компьютерных стереоизмерений и трехмерного</p>	<p>Знать физические основы съемки Земли из Космоса и с авиационных носителей; особенности съемки в различных спектральных диапазонах, технологии получения данных ДЗЗ, теоретические основы предварительной и тематической обработки данных ДЗЗ, уровни обработки данных ДЗЗ.</p> <p>Уметь: производить поиск, отбор, заказ и получение аэрокосмической информации для решения различных задач,</p>	<p style="text-align: center;"><b>Неудовлетворител</b></p> <p>Не знает физические основы получения данных ДЗЗ, особенности съемки в различных спектральных диапазонах, технологии получения данных ДЗЗ</p> <p>Не умеет производить поиск, отбор, заказ и получение аэрокосмической информации для решения различных задач, а также производить геометрическую коррекцию и орто-трансформирование, настройку гистограммы, создание ортофотопланов; извлекать из снимков тематическую информацию.</p> <p>Не владеет методами визуально-интерактивного и автоматизированного</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
аэрокосмического моделирования	<p>производить геометрическую коррекцию и орто-трансформирование, настройку гистограммы, создание ортофотопланов; извлекать из снимков тематическую информацию.</p> <p>Владеть: методами визуально-интерактивного и автоматизированного дешифрирования, технологиями предварительной и тематической обработки данных ДЗЗ для решения различных задач и соответствующими программными средствами.</p>	<p><b>Неудовлетворител</b> дешифрирования, технологиями предварительной и тематической обработки данных ДЗЗ</p> <p><b>Удовлетворительн</b> Имеет общее представление о физических основах съемки Земли из Космоса и с авиационных носителей, особенностях съемки в различных спектральных диапазонах, уровнях обработки снимков.</p> <p>Имеет частично сформированные умения производить поиск, отбор, заказ и получение аэрокосмической информации для решения различных задач, а также производить геометрическую коррекцию и орто-трансформирование, настройку гистограммы, создание ортофотопланов; извлекать из снимков тематическую информацию</p> <p>Владеет некоторыми методами визуально-интерактивного и автоматизированного дешифрирования, технологиями предварительной и тематической обработки данных ДЗЗ. Имеет представление о программных продуктах в данной области</p> <p><b>Хорошо</b> Хорошо ориентируется в физических основах съемки Земли, способен выделить особенности съемки в различных спектральных диапазонах, знает уровни обработки снимков. Знания имеют некоторые пробелы</p> <p>В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умения производить поиск, отбор, заказ и получение аэрокосмической информации для решения различных задач, а также производить геометрическую коррекцию и орто-трансформирование, настройку гистограммы, создание ортофотопланов; извлекать из снимков тематическую информацию.</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;"><b>Хорошо</b></p> <p>В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение современными программными средствами обработки данных ДЗЗ, методами и технологиями визуально-интерактивного и автоматизированного дешифрирования</p> <p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>Знает физические основы съемки Земли; особенности съемки в различных спектральных диапазонах, технологии получения данных ДЗЗ, теоретические основы предварительной и тематической обработки данных ДЗЗ, уровни обработки данных ДЗЗ, и способен применять эти знания на практике.</p> <p>Способен самостоятельно производить поиск, отбор, заказ и получение аэрокосмической информации для решения различных задач, а также производить геометрическую коррекцию и орто-трансформирование, настройку гистограмм, создание ортофотопланов; извлекать из снимков тематическую информацию</p> <p>Свободно владеет методами визуально-интерактивного и автоматизированного дешифрирования, технологиями предварительной и тематической обработки данных ДЗЗ для решения различных задач и соответствующими программными средствами</p>

#### ПК.4

#### владеть средствами глобального позиционирования

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p><b>ПК.4</b> владеть средствами глобального позиционирования</p>	<p>Знать: Физические основы работы систем глобального позиционирования (GNSS), основные существующие и проектируемые GNSS (GPS, ГЛОНАСС, Galileo) и их</p>	<p style="text-align: center;"><b>Неудовлетворител</b></p> <p>Не знает физические основы работы GNSS, основные существующие и проектируемые GNSS (GPS, ГЛОНАСС, Galileo) и их отличия, типы спутниковых приемников, основы работы СВТП</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
	<p>отличия, типы спутниковых приемников, концепции интеграции GNSS с другими геодезическими приборами, основы работы систем высокоточного позиционирования (СВТП) и области их применения</p> <p>Уметь: осуществлять сбор пространственных данных с помощью систем спутникового позиционирования при проведении различных полевых работ, а также их конвертацию и интеграцию с другими пространственными данными; оценивать точность позиционирования.</p> <p>Владеть: навыками сбора пространственных данных с помощью систем глобального позиционирования; конвертации данных из форматов, используемых в GPS-приемниках, в общераспространенные ГИС-форматы и обратно, загрузки картографических материалов в GNSS-приемники, совмещения с векторными слоями и космическими снимками в ПО ГИС</p>	<p><b>Неудовлетворител</b></p> <p>Не умеет осуществлять сбор пространственных данных с помощью систем спутникового позиционирования, их конвертацию и интеграцию с другими пространственными данными; оценивать точность позиционирования.</p> <p>Не владеет навыками сбора пространственных данных с помощью систем глобального позиционирования; конвертации данных из форматов, используемых в GNSS - приемниках, в общераспространенные ГИС-форматы и обратно, загрузки картографических материалов в GNSS-приемники, совмещения с векторными слоями и космическими снимками в ПО ГИС</p> <p><b>Удовлетворительн</b></p> <p>Имеет общее представление о физических основах работы GNSS, о существующих и проектируемых GNSS (GPS, ГЛОНАСС, Galileo) и их отличиях, типах спутниковых приемников, основах работы СВТП.</p> <p>Имеет частично сформированные умения осуществлять сбор пространственных данных с помощью систем спутникового позиционирования, их конвертацию и интеграцию с другими пространственными данными; оценивать точность позиционирования.</p> <p>Владеет отдельными элементами технологи сбора пространственных данных с помощью систем глобального позиционирования; конвертации данных, конвертации данных и их представления в ГИС.</p> <p><b>Хорошо</b></p> <p>Хорошо ориентируется в физических основах работы GNSS, знает основные существующие и проектируемые GNSS и их</p>



Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;"><b>Хорошо</b></p> <p>отличия, типы спутниковых приемников, концепции интеграции GNSS с другими геодезическими приборами. Имеет представление о СВТП и способах их применения. Знания имеют некоторые пробелы</p> <p>В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умения осуществлять сбор пространственных данных с помощью систем спутникового позиционирования, их конвертацию и интеграцию с другими пространственными данными; оценивать точность позиционирования.</p> <p>В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение навыками сбора пространственных данных с помощью GNSS; конвертации данных из форматов, используемых в GNSS - приемниках, в общераспространенные ГИС-форматы и обратно, загрузки картографических материалов в GNSS-приемники, совмещения с векторными слоями и космическими снимками в ПО ГИС</p> <p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>Знает физические основы работы систем глобального позиционирования (GNSS), основные существующие и проектируемые GNSS (GPS, ГЛОНАСС, Galileo) и их отличия, типы спутниковых приемников, концепции интеграции GNSS с другими геодезическими приборами, основы работы систем высокоточного позиционирования (СВТП) и области их применения, и способен применять эти знания на практике.</p> <p>Способен самостоятельно производить поиск, отбор, заказ осуществлять сбор пространственных данных с помощью систем спутникового позиционирования, их конвертацию и интеграцию с другими</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>пространственными данными; оценивать точность позиционирования.</p> <p>Свободно владеет навыками сбора пространственных данных с помощью GNSS; конвертации данных из форматов, используемых в GNSS - приемниках, в общераспространенные ГИС-форматы и обратно, загрузки картографических материалов в GNSS-приемники, совмещения с векторными слоями и космическими снимками в ПО ГИС</p>

### ПК.18

**знать правовые основы профессиональной деятельности в области геоинформационных систем и технологий**

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p><b>ПК.18</b> знать правовые основы профессиональной деятельности в области геоинформационных систем и технологий</p>	<p>Знает правовую базу в области своей профессиональной деятельности; требования законодательства в области геоинформационных систем и технологий, основные законодательный акты, базовые позиции и нормативное регулирование в профессиональной области; сущность и содержание основных цивилистических понятий и категорий; нормативно-правовой основы, правил и требований, предъявляемых к выполнению специализированных работ; основные положения законодательства, регулирующие трудовые отношения в профессиональной области; основные положения законодательства, регулирующие трудовые</p>	<p style="text-align: center;"><b>Неудовлетворител</b></p> <p>Не знает правовые основы профессиональной деятельности в области геоинформационных систем и технологий</p> <p>Не умеет выбрать материалы ДЗЗ, использование которых допустимо с точки зрения законодательства и лицензионных прав</p> <p>Не владеет методами поиска материалов ДЗЗ, использование которых допустимо с точки зрения законодательства и лицензионных прав</p> <p style="text-align: center;"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>Имеет общее представление о правовых основах профессиональной деятельности в области геоинформационных систем и технологий</p> <p>Имеет частично сформированные умения производить выбор выбрать материалов ДЗЗ и картографически основ, использование которых допустимо с точки зрения</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
	<p>отношения в профессиональной области.</p> <p>Умеет искать нормативно-правовые источники по вопросам возникающим в процессе работы; пользоваться источниками информации и пространственных данных, отвечающими требованиям законодательства, находить необходимую нормативно-правовую информацию для обеспечения своей работы; применять навыки по поиску и применению нормативно-правовой базы; защищать свои права и выполнять обязанности как в роли работника, так и подчиненного.</p> <p>Владеть: приемами деятельности о области геоинформационных систем и технологий, отвечающими требованиям законодательства, навыками использования нормативных источников в своей деятельности; способность использовать основные правовые и нормативные документы в сфере геоинформатики и дистанционного зондирования в своей профессиональной деятельности; методиками поиска и использование нормативно-технической документации в профессиональной области; правовой базой, касающейся производственной деятельности; правовой базой, касающейся производственной деятельности</p>	<p><b>Удовлетворительн</b> законодательства и лицензионных прав</p> <p>Владеет некоторыми методами предварительной поиска материалов ДЗЗ и картографический основ, использование которых допустимо с точки зрения законодательства и лицензионных прав</p> <p><b>Хорошо</b> Хорошо ориентируется в правовых основах и порядке использования материалов ДЗЗ и картографических основ в соответствии с их лицензиями</p> <p>В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение производить подбора картографических материалов (ДЗЗ и картографических основ) согласно имеющимся лицензионными ограничениям</p> <p>В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение технологией подбора картографических материалов (ДЗЗ и картографических основ) согласно имеющимся лицензионными ограничениям</p> <p><b>Отлично</b> Знает правовые основы и особенности основных типов лицензий на пространственные данные (материалы ДЗЗ и картографические основы)</p> <p>Способен самостоятельно выбрать как тип лицензий, так и соответствующие им источники пространственных данных</p> <p>Свободно владеет методами поиска источников пространственных данных (ДЗЗ и картографических основ) согласно имеющимся лицензионными ограничениям</p>

## Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : СУОС 2019

**Вид мероприятия промежуточной аттестации :** Экзамен

**Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации :** Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

**Максимальное количество баллов :** 100

### Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 48 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 48 балла

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<b>ПК.4</b> владеть средствами глобального позиционирования	Введение. Средства и методы дистанционного зондирования. Физические основы получения земной поверхности <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b>	Студент овладевает навыками сбора, обработки, конвертации пространственных данных с использованием портативных приемников GPS и ГЛОНАСС.
<b>ПК.4</b> владеть средствами глобального позиционирования	Геометрическая коррекция и ортотрансформирование космических снимков <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b>	Студент усвоил знания разделов курса: «Методы местоопределения. Существующие и проектируемые GNSS, их функциональная схема»; «Способы позиционирования. Аналитические решения при определении координат и пространственных векторов»; «Концепции интеграции GNSS с другими геодезическими приборами, приборами ДЗЗ, навигационными приборами»..

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p><b>ПК.3</b> владеть аэрокосмическими методами картографирования и моделирования, основанными на компьютерных технологиях обработки снимков нового типа (сверхвысокого разрешения, тепловых, радиолокационных), а также методами компьютерных стереоизмерений и трехмерного моделирования</p> <p><b>ПК.4</b> владеть средствами глобального позиционирования</p> <p><b>ОПК.9</b> владеть основами картографии и топографии, способность применять картографические методы исследования в научно-исследовательской работе и профессиональной сфере</p>	<p>Тема 6. Заключение. Подготовка к зачету. <b>Итоговое контрольное мероприятие</b></p>	<p>Студент усвоил знания из теоретических разделов курса, знает физические основы работы систем глобального позиционирования (GNSS), основные существующие и проектируемые GNSS (GPS, ГЛОНАСС, Galileo) и их отличия, типы спутниковых приемников, концепции интеграции GNSS с другими геодезическими приборами, основы работы систем высокоточного позиционирования (СВТП) и области их применения</p>

### Спецификация мероприятий текущего контроля

#### **Введение. Средства и методы дистанционного зондирования. Физические основы получения земной поверхности**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **15**

Показатели оценивания	Баллы
На основе данных ГНСС-съемки построен геоморфологический профиль долины р.Мулянка, оценена плановая и высотная точность полученного профиля	15
Проведена ГНСС-съемка долины р. Мулянка с помощью портативных ГНСС-приемников Получены маршрутные точки и трек в формате GPX, записанные в память навигатора (приемника).	10
Полученные пространственные данные (результаты ГНСС-съемки) конвертированы в формат шейп-файла и совмещены с космическим снимком сверхвысокого разрешения	5

#### **Геометрическая коррекция и ортотрансформирование космических снимков**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **15**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Реферат должен содержать не менее 2-х разделов, а также введение, заключение и список литературы. Общий объем реферата 10-20 страниц. Оформление реферата должно соответствовать требованиям, принятым на кафедре.	15
Используемые в реферате источники должны быть доступны для других пользователей. Количество используемых источников не менее пяти. 3. Доклад на семинаре должен проходить публично с использованием презентации, подготовленной в программном обеспечении MS PowerPoint или его аналогах.	10
Количество слайдов в презентации не менее шести. Обязательны слайды с наименованием реферата, целью и задачами, поставленными при его написании и основными выводами. Время выступления не более 10 минут.	5

### **Тема 6. Заключение. Подготовка к зачету.**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **5 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **18**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Студент знает физические и технологические основы работы систем глобального позиционирования, существующие и проектируемые глобальные системы навигации и позиционирования	18
Студент имеет представление об абсолютных и относительных способах позиционирования. Знает классификацию спутниковых приемников и аналитические решения при определении координат и пространственных векторов.	11
Студент имеет представление о возможностях интеграции спутниковых систем с другими геодезическими приборами, устройствами дистанционного зондирования, навигационными устройствами, а также о системах высокоточного позиционирования на базе ГНСС	11

**Вид мероприятия промежуточной аттестации :** Экзамен

**Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации :** Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

**Максимальное количество баллов :** 100

### **Конвертация баллов в отметки**

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 50 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 50 балла

<b>Компетенция (индикатор)</b>	<b>Мероприятие текущего контроля</b>	<b>Контролируемые элементы результатов обучения</b>
------------------------------------	--	---

<b>Компетенция (индикатор)</b>	<b>Мероприятие текущего контроля</b>	<b>Контролируемые элементы результатов обучения</b>
<p><b>ПК.3</b> владеть аэрокосмическими методами картографирования и моделирования, основанными на компьютерных технологиях обработки снимков нового типа (сверхвысокого разрешения, тепловых, радиолокационных), а также методами компьютерных стереоизмерений и трехмерного аэрокосмического моделирования</p> <p><b>ПК.4</b> владеть средствами глобального позиционирования</p>	<p>Раздел 4. Основные методы и приемы обработки космических снимков</p> <p><b>Защищаемое контрольное мероприятие</b></p>	<p>Студент показывает владение методами и инструментами предварительной обработки космических снимков высокого разрешения: методами геометрической коррекции и ортотрансформирования снимков, оценки точности геометрической коррекции; повышения пространственного разрешения мультиспектрального снимка путем его панхроматической настройки.</p>
<p><b>ПК.3</b> владеть аэрокосмическими методами картографирования и моделирования, основанными на компьютерных технологиях обработки снимков нового типа (сверхвысокого разрешения, тепловых, радиолокационных), а также методами компьютерных стереоизмерений и трехмерного аэрокосмического моделирования</p> <p><b>ПК.4</b> владеть средствами глобального позиционирования</p> <p><b>ПК.18</b> знать правовые основы профессиональной деятельности в области геоинформационных систем и технологий</p>	<p>Раздел 8. Вегетационные индексы. Картографирование открытых почв по данным ДЗЗ</p> <p><b>Защищаемое контрольное мероприятие</b></p>	<p>Студент показывает владение методами и инструментами неуправляемой классификации космических снимков и тематической интерпретации ее результатов; а также владеет методами постобработки результатов классификации (переклассификация, локальная перекодировка, сглаживание, растрово-векторные преобразования).</p>
<p><b>ПК.4</b> владеть средствами глобального позиционирования</p> <p><b>ОПК.9</b> владеть основами картографии и топографии, способность применять картографические методы исследования в научно-исследовательской работе и профессиональной сфере</p>	<p>Раздел 9. Коррекция, совмещение и ортотрансформирование данных ДЗЗ</p> <p><b>Защищаемое контрольное мероприятие</b></p>	<p>Студент показывает владение методами и инструментами управляемой классификации космических снимков, создания и редактирования обучающих выборок для классификации; а также способами постобработки результатов классификации (переклассификация, локальная перекодировка, сглаживание, растрово-векторные преобразования).</p>

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p><b>ПК.3</b> владеть аэрокосмическими методами картографирования и моделирования, основанными на компьютерных технологиях обработки снимков нового типа (сверхвысокого разрешения, тепловых, радиолокационных), а также методами компьютерных стереоизмерений и трехмерного моделирования</p> <p><b>ПК.4</b> владеть средствами глобального позиционирования</p> <p><b>ОПК.9</b> владеть основами картографии и топографии, способность применять картографические методы исследования в научно-исследовательской работе и профессиональной сфере</p> <p><b>ПК.18</b> знать правовые основы профессиональной деятельности в области геоинформационных систем и технологий</p>	<p>Подготовка к экзамену</p> <p><b>Итоговое контрольное мероприятие</b></p>	<p>Студент усвоил знания из разделов курса: «Физические основы получения изображений земной поверхности»; «Виды и технологии получения аэрокосмической съемки»; «Основные методы и приемы обработки космических снимков»; «Основы работы с цветными изображениями»; «Технологии применения ДЗЗ в картографии»; «Основы дешифрирования снимков»; «применение методов классификации снимков»</p>

### Спецификация мероприятий текущего контроля

#### Раздел 4. Основные методы и приемы обработки космических снимков

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **20**

Проходной балл: **10**

Показатели оценивания	Баллы
Установлены опорные точки и выполнено ортотрансформирование мультиспектральног и панхроматического снимков SPOT-5. Среднеквадратическая ошибка трансформации не превышает 5 м.	10
Создан трехканальный RGB-композит на основе снимка SPOT-5 в естественных цветах, и проведена панхроматическая настройка (пространственное разрешение приведено к 2,5 м)	6
Выполнена настройка гистограммы полученного изображения и проведено его совмещение с векторными слоями зданий и дорожной сети. Выполнена оценка точности	4



совмещения	
------------	--

### **Раздел 8. Вегетационные индексы. Картографирование открытых почв по данным ДЗЗ**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **20**

Проходной балл: **10**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Средствами ПО Scanex Image Processor выполнена кластеризация снимка методом IZODATA и последующая переклассификация результатов. кластеризации найдено соответствие выделенных кластеров и тематических классов объектов местности.	10
Создана тематическая карта типов растительного покрова. Проведено ее сопоставление в независимыми данными	5
Выполнена постобработка результатов классификации (сглаживание, векторизация, локальная перекодировка – при необходимости)	5

### **Раздел 9. Коррекция, совмещение и ортотрансформирование данных ДЗЗ**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **20**

Проходной балл: **10**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Созданы спектральные сигнатуры и проведена классификация снимка по методу максимального правдоподобия. Выполнена постобработка результатов классификации.	10
Создана компоновка тематической карты типов растительного покрова на изучаемой территории. Легенда результатов классификации проработана в достаточной степени и соответствует имеющимся на изучаемом участке тематическим классам.	5
Создана обучающая выборка, проведен анализ возможного перекрытия классов. В обучающей выборке корректно представлены основные тематические классы.	5

### **Подготовка к экзамену**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **20**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Студент знает основные термины и определения в области дистанционного зондирования Земли, физические основы дистанционного зондирования, основные характеристики современной съемочной аппаратуры	10
Студент знает теоретические основы методов предварительной обработки снимков, включая радиометрическую коррекцию, улучшающие преобразования, различные виды фильтров. Владеет методами геометрической коррекции и ортотрансформирования	10

Студент владеет основными методами визуально-интерактивного и автоматизированного дешифрирования (включая методы неуправляемой и управляемой классификации, анализа изменений по разновременным снимкам)	10
Студент знает основные принципы подбора снимков для решения практических задач. Имеет представление об основных каталогах космических снимков. Ориентируется в возможностях применения снимков в задачах web-картографии	10