

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

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

**Кафедра картографии и геоинформатики**

**Авторы-составители: Пьянков Сергей Васильевич  
Шихов Андрей Николаевич**

Рабочая программа дисциплины  
**АЭРОКОСМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В ЛЕСНОМ ХОЗЯЙСТВЕ**  
Код УМК 96484

Утверждено  
Протокол №6  
от «23» июня 2021 г.

Пермь, 2021

## **1. Наименование дисциплины**

Аэрокосмические методы в лесном хозяйстве

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

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

Направление подготовки: **21.03.03** Геодезия и дистанционное зондирование  
направленность Дистанционное зондирование

### **3. Планируемые результаты обучения по дисциплине**

В результате освоения дисциплины **Аэрокосмические методы в лесном хозяйстве** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

**21.03.03** Геодезия и дистанционное зондирование (направленность : Дистанционное зондирование)

**ПК.2** Способен к разработке современных методов, технологий и методик проведения геодезических, фотограмметрических и аэрофотосъемочных работ; осваивать новые приборы и системы в области геодезии и ДЗЗ

#### **Индикаторы**

**ПК.2.1** Разрабатывает современные методы, технологии и методики проведения работ в области геодезии и ДЗЗ

**ПК.6** Способен выполнять отдельные технологические операции по радиометрической коррекции и фотограмметрической обработке данных

#### **Индикаторы**

**ПК.6.2** Выполняет технологические операции по созданию космических фотограмметрических продуктов и оформлению результатов фотограмметрической обработки данных ДЗЗ

#### 4. Объем и содержание дисциплины

<b>Направление подготовки</b>	21.03.03 Геодезия и дистанционное зондирование (направленность: Дистанционное зондирование)
<b>форма обучения</b>	очная
<b>№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины</b>	11
<b>Объем дисциплины (з.е.)</b>	3
<b>Объем дисциплины (ак.час.)</b>	108
<b>Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:</b>	42
<b>Проведение лекционных занятий</b>	14
<b>Проведение практических занятий, семинаров</b>	28
<b>Самостоятельная работа (ак.час.)</b>	66
<b>Формы текущего контроля</b>	Защищаемое контрольное мероприятие (2) Итоговое контрольное мероприятие (1)
<b>Формы промежуточной аттестации</b>	Зачет (11 триместр)

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

### **Аэрокосмические методы в лесном хозяйстве**

Дисциплина «Аэрокосмические методы в лесном хозяйстве» изучается студентами в 10 триместре и включает 3 зачетных единицы.

Дисциплиной предусмотрены следующие виды занятий: 14 часов лекций, 28 часов практических работ и 66 часов самостоятельной работы студента. Для успешного освоения дисциплины необходимо знание основ дистанционного зондирования Земли, владение ГИС-технологиями и начальные навыки по обработке данных ДЗЗ

Изучение курса позволяет студентам получить фундаментальные знания о применении данных ДЗЗ, полученных с авиационных и космических носителей для решения задач лесного хозяйства, а также практические навыки применения данных космической съемки и воздушного лазерного сканирования для оценки характеристик лесных насаждений и их мониторинга

### **Введение. Основные области применения данных ДЗЗ в лесном хозяйстве**

Введение, цель и задачи курса, связь с другими профильными дисциплинами. Обзор современного состояния и проблем внедрения цифровых технологий в лесное хозяйство. Дистанционное зондирование Земли: космическая съемка, аэрофотосъемка, воздушное лазерное сканирование. Краткий обзор физических принципов, основные характеристики получаемых данных (пространственное/временное разрешение, обзорность, стоимость и пр.). Основные ограничения применения данных ДЗЗ в лесном хозяйстве (объективные, нормативно-правовые). Нормативно-правовая база использования данных ДЗЗ в лесном хозяйстве России.

### **Данные ДЗЗ из Космоса в лесном хозяйстве**

Современное состояние применения данных космической съемки в лесном хозяйстве. Классификация космических снимков относительно их применимости для решения задач лесного хозяйства. Основные задачи инвентаризации и мониторинга лесов, решаемые с помощью космических снимков. Требования к пространственному, временному разрешению, точности геометрической коррекции данных ДЗЗ. Существующие информационные системы и сервисы дистанционного мониторинга лесов в России и за рубежом. Практика применения данных космической съемки при проведении таксации лесов. Практика применения космических снимков для обнаружения и верификации нарушений лесопользования.

### **Оценка характеристик лесных насаждений по данным космической съемки**

Характеристики лесных насаждений, которые отображаются на космических снимках различного пространственного и спектрального разрешения. Наиболее информативные спектральные каналы для оценки характеристик лесных насаждений. Классификация лесов по породному составу: отличительные признаки пород, традиционные и современные методы классификации. Возможности определения возраста насаждений по космическим снимкам. Сезонные дешифровочные признаки для определения породного состава и ярусной структуры насаждений. Применение снимков сверхвысокого пространственного разрешения для оценки характеристик насаждений. Возможности идентификации отдельных деревьев, определения их высот по снимкам сверхвысокого разрешения

### **Мониторинг лесов по данным космической съемки**

Основные виды нарушений лесного покрова и принципы их мониторинга. Дешифровочные признаки вырубок, гарей, ветровалов, участков повреждения болезнями и вредителями леса. Применение серий разновременных снимков, методы анализа нарушений лесного покрова: традиционные (метод главных компонент, вегетационные индексы, одноканальное и многоканальное обнаружение изменений) и современные (основанные на машинном обучении). Особенности обнаружения нарушений лесного покрова по снимкам разных сезонов и разного пространственного разрешения.

### **Применение данных аэрофотосъемки для целей инвентаризации и мониторинга лесов**

насаждений. Характеристики лесных насаждений, определяемые по данным АФС. Современные технологии проведения съемки с БПЛА и создания ортофотопланов, их применение для решения задач лесного хозяйства. Проблемы автоматизации при оценке характеристик насаждений по данным с БПЛА. Практика применения данных АФС при таксации насаждений и для решения задач мониторинга. Фотограмметрический метод лесной таксации. Требования к пространственному разрешению и геометрической точности данных АФС. Ограничения данных АФС.

### **Воздушное лазерное сканирование как перспективный метод оценки характеристик насаждений**

Краткий обзор технологии воздушного лазерного сканирования (ВЛС), характеристики получаемых данных. Характеристики насаждений, определяемые по данным ВЛС, точность их оценки в сравнении с другими методами. Существующие ограничения применения данных ВЛС для инвентаризации лесов (объективные, нормативно-правовые). Опыт применения данных ВЛС для инвентаризации лесов в мире и в России. Программные продукты для обработки данных ВЛС. Возможности комплексирования данных ВЛС с данными аэрофотосъемки, космической съемки для решения задач лесного хозяйства.

### **Подготовка к итоговому контрольному мероприятию**

Подготовка к итоговому контрольному мероприятию по пройденным темам: введение, основные области применения данных ДЗЗ в лесном хозяйстве; данные ДЗЗ из Космоса в лесном хозяйстве; оценка характеристик лесных насаждений по данным космической съемки; мониторинг лесов по данным космической съемки; применение данных аэрофотосъемки для целей инвентаризации и мониторинга лесов; воздушное лазерное сканирование как перспективный метод оценки характеристик насаждений.

## **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. Лимонов, А. Н. Фотограмметрия и дистанционное зондирование : учебник для вузов / А. Н. Лимонов, Л. А. Гаврилова. — 2-е изд. — Москва : Академический проект, 2020. — 296 с. — ISBN 978-5-8291-2979-8. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт].  
<https://www.iprbookshop.ru/110099>

2. Лапко, А. В. Информационные средства оценивания состояний природных объектов по данным дистанционного зондирования на основе непараметрических методов распознавания образов : учебное пособие / А. В. Лапко, В. А. Лапко. — Красноярск : Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева, 2020. — 92 с. — ISBN 978-5-86433-810-0. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт].  
<http://www.iprbookshop.ru/107202>

### Дополнительная:

1. Обработка данных дистанционного зондирования Земли. Практические аспекты : учебное пособие / В. Г. Коберниченко, О. Ю. Иванов, С. М. Зраенко [и др.] ; под редакцией В. Г. Коберниченко. — Екатеринбург : Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2013. — 173 с. — ISBN 978-5-7996-0867-5. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт].  
<http://www.iprbookshop.ru/69868.html>

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.

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

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

<http://www.zikj.ru/> журнал «Земля из Космоса – наиболее эффективные решения»

<https://gis-lab.info/> сайт проекта «Гис-лаб»

<https://eos.com/landviewer/> каталог космических снимков

<https://earthexplorer.usgs.gov/> Каталог космических снимков Геологической службы США

<https://www.geoscan.aero/ru> сайт компании «Геоскан»

<https://www.arbonaut.com/en/> сайт компании Arbonaut Oy Ltd

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

Образовательный процесс по дисциплине **Аэрокосмические методы в лесном хозяйстве** 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.

ПО: LibreOffice (в свободном доступе); ArcGIS Desktop 10.3.1 (договор № 128/1/1); QGIS 2.18.4 (в свободном доступе); EasyTrace 8.65 (в свободном доступе); Notepad ++ (в свободном доступе); Google Chrome (в свободном доступе); Mozilla Firefox (в свободном доступе); 7zip (в свободном доступе); Adobe Acrobat Reader DC (в свободном доступе); Google Earth (в свободном доступе); FileZilla Client 3.7.3 (в свободном доступе); Blender 2.73 (в свободном доступе).

ПО на ноутбук: ОС «Альт Образование» (Договор № ДС 003–2020).

Электронная база данных научной информации – Научно-электронная библиотека E-library (в т.ч. научные статьи, авторефераты и пр.);

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 2007-2020 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.
- Архив открытых геоданных портала GIS-LAB.INFO.

При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ (**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 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», обеспеченный 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  
Аэрокосмические методы в лесном хозяйстве**

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

**ПК.2**

**Способен к разработке современных методов, технологий и методик проведения геодезических, фотограмметрических и аэрофотосъемочных работ; осваивать новые приборы и системы в области геодезии и ДЗЗ**

<b>Компетенция (индикатор)</b>	<b>Планируемые результаты обучения</b>	<b>Критерии оценивания результатов обучения</b>
<p><b>ПК.2.1</b> Разрабатывает современные методы, технологии и методики проведения работ в области геодезии и ДЗЗ</p>	<p>Знать: теоретические основы дешифрирования изменений природных и антропогенных объектов (Change detection), особенности съемки в оптическом и радиоволновом диапазонах для анализа изменений, наиболее информативные спектральные каналы. Уметь: производить анализ динамики природных и антропогенных объектов на основе временных рядов данных ДЗЗ в оптическом и радиоволновом диапазонах спектра и представлять полученные данные в картографическом, графическом, табличном форматах Владеть: программными средствами, реализующими алгоритмы анализа динамики природных и антропогенных объектов по временным рядам данных ДЗЗ (одноканальное обнаружение изменений, многоканальное обнаружение изменений, анализ динамики вегетационных индексов)</p>	<p align="center"><b>Неудовлетворител</b></p> <p>Не знает теоретические основы дешифрирования изменений природных и антропогенных объектов (Change detection), особенности съемки в оптическом и радиоволновом диапазонах для анализа изменений, наиболее информативные спектральные каналы. Не умеет производить анализ динамики природных и антропогенных объектов на основе временных рядов данных ДЗЗ в оптическом и радиоволновом диапазонах спектра и представлять полученные данные в картографическом, графическом, табличном форматах. Не владеет программными средствами, реализующими алгоритмы анализа динамики природных и антропогенных объектов по временным рядам данных ДЗЗ (одноканальное обнаружение изменений, многоканальное обнаружение изменений, анализ динамики вегетационных индексов)</p> <p align="center"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>Общие, но не структурированные знания теоретических основ дешифрирования изменений природных и антропогенных объектов (Change detection), особенностей съемки в оптическом и радиоволновом диапазонах для анализа изменений, наиболее информативных спектральных каналов. Демонстрирует частично сформированные умения производить анализ динамики природных и антропогенных объектов на основе временных рядов данных ДЗЗ в оптическом и радиоволновом диапазонах</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>спектра и представлять полученные данные в картографическом, графическом, табличном форматах</p> <p>Владеет элементами технологии анализа динамики природных и антропогенных объектов по временным рядам данных ДЗЗ, включая алгоритмы одноканального обнаружения изменений, многоканального обнаружения изменений, анализа динамики вегетационных индексов, но не способен решать задачи самостоятельно.</p> <p style="text-align: center;"><b>Хорошо</b></p> <p>Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания теоретических основ дешифрирования изменений природных и антропогенных объектов (Change detection), особенностей съемки в оптическом и радиоволновом диапазонах для анализа изменений, наиболее информативных спектральных каналов.</p> <p>В целом успешные, но содержащие отдельные пробелы умения производить анализ динамики природных и антропогенных объектов на основе временных рядов данных ДЗЗ в оптическом и радиоволновом диапазонах спектра, и представлять полученные данные в картографическом, графическом, табличном форматах.</p> <p>В целом успешное владение программными средствами, реализующими алгоритмы анализа динамики природных и антропогенных объектов по временным рядам данных ДЗЗ (одноканальное обнаружение изменений, многоканальное обнаружение изменений, анализ динамики вегетационных индексов)</p> <p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>Демонстрирует глубокие знания теоретических основ дешифрирования изменений природных и антропогенных объектов (Change detection), особенностей съемки в оптическом и радиоволновом диапазонах для анализа изменений, наиболее</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>информативных спектральных каналов. Демонстрирует успешные умения производить анализ динамики природных и антропогенных объектов на основе временных рядов данных ДЗЗ в оптическом и радиоволновом диапазонах спектра, и представлять полученные данные в картографическом, графическом, табличном форматах.</p> <p>Свободно владеет программными средствами, реализующими алгоритмы анализа динамики природных и антропогенных объектов по временным рядам данных ДЗЗ (одноканальное обнаружение изменений, многоканальное обнаружение изменений, анализ динамики вегетационных индексов), и способен решать тематические задачи самостоятельно</p>

### ПК.6

#### Способен выполнять отдельные технологические операции по радиометрической коррекции и фотограмметрической обработке данных

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p><b>ПК.6.2</b> Выполняет технологические операции по созданию космических фотограмметрических продуктов и оформлению результатов фотограмметрической обработки данных ДЗЗ</p>	<p>Знать особенности съемки в различных спектральных диапазонах, дешифровочные признаки различных природных и антропогенных объектов, математические основы методов автоматизированного дешифрирования на основе многомерного анализа (классификации снимков), уровни обработки данных ДЗЗ. Уметь: производить поиск, отбор, заказ и получение аэрокосмической информации для решения различных задач, производить необходимую предварительную обработку снимков (геометрическую коррекцию, пан-шарпенинг,</p>	<p style="text-align: center;"><b>Неудовлетворител</b></p> <p>Не знает особенности съемки в различных спектральных диапазонах, дешифровочные признаки различных природных и антропогенных объектов, математические основы методов автоматизированного дешифрирования, уровни обработки данных ДЗЗ.</p> <p>Не умеет производить поиск, отбор, заказ и получение аэрокосмической информации для решения различных задач, производить необходимую предварительную обработку снимков, извлекать из снимков тематическую информацию с помощью методов визуального и автоматизированного дешифрирования.</p> <p>Не владеет методами визуально-интерактивного и автоматизированного дешифрирования, технологиями предварительной и тематической обработки</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
	<p>удаление дымки и др.), извлекать из снимков тематическую информацию с помощью методов визуального и автоматизированного дешифрирования.</p> <p>Владеть: методами визуально-интерактивного и автоматизированного дешифрирования, технологиями предварительной и тематической обработки данных ДЗЗ для решения различных задач и соответствующими программными средствами (Scanex Image Processor, ArcGis, QGIS).</p>	<p><b>Неудовлетворител</b> данных ДЗЗ для решения различных задач и соответствующими программными средствами (Scanex Image Processor, ArcGis, QGIS).</p> <p><b>Удовлетворительн</b> Имеет общее представление об особенностях съемки в различных спектральных диапазонах, дешифровочных признаках различных природных и антропогенных объектов, математических основах методов автоматизированного дешифрирования на основе многомерного анализа (классификации снимков), уровнях обработки данных ДЗЗ.</p> <p>Демонстрирует частично сформированные умения производить поиск, отбор, заказ и получение аэрокосмической информации для решения различных задач, производить необходимую предварительную обработку снимков, извлекать из снимков тематическую информацию с помощью методов визуального и автоматизированного дешифрирования.</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> В целом сформированные, но содержание отдельные пробелы знания особенностей съемки в различных спектральных диапазонах, дешифровочных признаков различных природных и антропогенных объектов, математических основ методов автоматизированного дешифрирования на основе многомерного анализа (классификации снимков), уровней обработки данных ДЗЗ.</p> <p>В целом успешные, но содержащее отдельные пробелы умения производить поиск, отбор, заказ и получение аэрокосмической информации для решения</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;"><b>Хорошо</b></p> <p>различных задач, а производить необходимую предварительную обработку снимков и извлекать из снимков тематическую информацию с помощью методов визуального и автоматизированного дешифрирования. В целом успешное 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>Демонстрирует глубокие знания особенностей съемки в различных спектральных диапазонах, дешифровочных признаков различных природных и антропогенных объектов, алгоритмов автоматизированного дешифрирования на основе многомерного анализа (классификации снимков), уровни обработки данных ДЗЗ. Способен применять эти знания на практике Способен самостоятельно производить поиск, отбор, заказ и получение аэрокосмической информации для решения различных задач, а также производить необходимую предварительную обработку снимков (геометрическую коррекцию, пан-шарпенинг, удаление дымки и др.), извлекать из снимков тематическую информацию с помощью методов визуального и автоматизированного дешифрирования. Свободно владеет методами визуально-интерактивного и автоматизированного дешифрирования, технологиями предварительной и тематической обработки данных ДЗЗ для решения различных задач и соответствующими программными средствами (Scanex Image Processor, ArcGis, QGIS).</p>

## Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : Базовая

**Вид мероприятия промежуточной аттестации :** Зачет

**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

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<b>ПК.2.1</b> Разрабатывает современные методы, технологии и методики проведения работ в области геодезии и ДЗЗ <b>ПК.6.2</b> Выполняет технологические операции по созданию космических фотограмметрических продуктов и оформлению результатов фотограмметрической обработки данных ДЗЗ	Оценка характеристик лесных насаждений по данным космической съемки <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b>	Студент освоил содержание теоретических разделов курса «оценка характеристик лесных насаждений по данным космической съемки» и «мониторинг лесов по данным космической съемки». Студент способен произвести выбор данных ДЗЗ из открытых каталогов для решения ситуационных задач лесного хозяйства. Студент способен выполнить экспресс-оценку лесного участка на основе космических снимков и материалов лесоустройства; оценить преобладающие лесообразующие породы, выделить участки, перспективные для заготовки древесины, выявить нарушения лесного покрова, обусловленные различными факторами, а также представить полученные результаты в виде карт, отчетов.

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p><b>ПК.2.1</b> Разрабатывает современные методы, технологии и методики проведения работ в области геодезии и ДЗЗ</p> <p><b>ПК.6.2</b> Выполняет технологические операции по созданию космических фотограмметрических продуктов и оформлению результатов фотограмметрической обработки данных ДЗЗ</p>	<p>Воздушное лазерное сканирование как перспективный метод оценки характеристик насаждений</p> <p><b>Защищаемое контрольное мероприятие</b></p>	<p>Студент освоил содержание теоретического раздела курса «воздушное лазерное сканирование как перспективный метод оценки характеристик насаждений». Студент владеет базовыми приемами визуализации и обработки данных воздушного лазерного сканирования, способен строить на их основе высокодетальные ЦМР участков поверхности, оценивать высоту лесного полога, картографировать прочие элементы местности. Студент успешно совмещает данные космической съемки и ВЛС, а также данные лесоустройства для получения наиболее полной информации о лесном участке и построения карт характеристик насаждений</p>
<p><b>ПК.2.1</b> Разрабатывает современные методы, технологии и методики проведения работ в области геодезии и ДЗЗ</p> <p><b>ПК.6.2</b> Выполняет технологические операции по созданию космических фотограмметрических продуктов и оформлению результатов фотограмметрической обработки данных ДЗЗ</p>	<p>Подготовка к итоговому контрольному мероприятию</p> <p><b>Итоговое контрольное мероприятие</b></p>	<p>Студент демонстрирует знания по пройденным разделам курса: основные области применения данных ДЗЗ в лесном хозяйстве; данные ДЗЗ из Космоса в лесном хозяйстве; оценка характеристик лесных насаждений по данным космической съемки; мониторинг лесов по данным космической съемки; применение данных аэрофотосъемки для целей инвентаризации и мониторинга лесов; воздушное лазерное сканирование как перспективный метод оценки характеристик насаждений.</p>

### Спецификация мероприятий текущего контроля

#### Оценка характеристик лесных насаждений по данным космической съемки

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>
------------------------------	--------------

Студент успешно определяет преобладающие лесообразующие породы на лесном участке (методами классификации изображения), и на основе полученной оценки, а также дополнительных данных о территории выделяет участки, перспективные для лесозаготовки	10
Студент представляет полученные результаты в виде качественно оформленных карт и отчета	10
Студент выделяет свежие нарушения лесного покрова и определяет их происхождение (вырубка, гарь, ветровал, повреждение вредителями/болезнями) на основе разновременных снимков	5
Студент обоснованно выбирает данные ДЗЗ для решения задачи (с учетом облачности, сезона съемки) и получает их из каталога, корректно настраивает отображение снимков в программе	5

### **Воздушное лазерное сканирование как перспективный метод оценки характеристик насаждений**

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

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

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

Проходной балл: **15**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
На основе данных воздушного лазерного сканирования построена высокодетальная ЦМР и определена высота лесного полога	10
На основе обработанных данных ДЗЗ построена серия лесных карт и проведены расчеты характеристик (средняя высота древостоя, преобладающая порода) в пределах таксационных выделов	10
На основе космического снимка построена схема распределение преобладающих пород и выделены основные группы насаждений по возрасту	5
Студент успешно загружает в программу, визуализирует и совмещает данные ДЗЗ с различных платформ (космические снимки, данные воздушного лазерного сканирования) и лесоустроительную информацию	5

### **Подготовка к итоговому контрольному мероприятию**

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

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

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

Проходной балл: **20**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Студент ориентируется в современном состоянии применения данных ДЗЗ в лесной отрасли, способен выделить преимущества и ограничения различных видов ДЗЗ для решения задач инвентаризации и мониторинга лесных насаждений, произвести обоснованный выбор данных для решения задач	10
Студент представляет основы технологии воздушного лазерного сканирования и возможности ее применения для инвентаризации лесов, преимущества и ограничения	10

данных ВЛС, современное состояние разработок в этом направлении в России и в мире.	
Студент хорошо представляет роль данных аэрофотосъемки в инвентаризации и мониторинге лесов, способен обрабатывать аэрофотоснимки и применять их для задач лесной таксации, имеет представление о фотограмметрическом методе таксации	10
Студент знает основные возможности применения данных ДЗЗ из Космоса в лесном хозяйстве, ориентируется в современных методах оценки породного состава, возрастной структуры насаждений, выделения нарушений лесного покрова по космическим снимкам, при этом понимает их ограничения, способен применять снимки для лесной таксации	10