

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

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

**Кафедра картографии и геоинформатики**

Авторы-составители: **Шихов Андрей Николаевич  
Герасимов Александр Петрович**

Рабочая программа дисциплины

**АЭРОКОСМИЧЕСКОЕ ЗОНДИРОВАНИЕ И ФОТОГРАММЕТРИЯ**

Код УМК 58790

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

Пермь, 2020

## **1. Наименование дисциплины**

Аэрокосмическое зондирование и фотограмметрия

## **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 **Аэрокосмическое зондирование и фотограмметрия** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

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

**ОПК.4** способность осваивать новые технологии и применять их для проведения естественнонаучных исследований

**ПК.15** способность использовать технологии аэрокосмических исследований Земли в практической деятельности

#### 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>	10
<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 лабораторных работ, занятий по иностранному языку</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 (10 триместр)

## 5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

### **Аэрокосмическое зондирование и фотограмметрия. Первый семестр**

Дисциплина «Аэрокосмическое зондирование и фотограмметрия» входит в вариативную часть дисциплин профессионального цикла учебного плана ООП по направлению подготовки бакалавров 021300.62 «Картография и геоинформатика» и является дисциплиной по выбору студента.

Понимание теоретических основ фотограмметрической обработки данных дистанционного зондирования Земли, владение современными цифровыми фотограмметрическими технологиями обработки данных космической съемки, аэро- и беспилотной съемки необходимо будущим специалистам для решения различных прикладных задач: создания и обновления топографических карт и других производных продуктов по данным ДЗЗ; кадастрового учета земель, инвентаризации природных ресурсов, охраны природной среды. Курс дает базовые знания о геометрических свойствах снимков, методах фотограмметрической обработки данных космической съемки, аэро- и беспилотной съемки, создания ортофотопланов и фотокарт, обработки стереоснимков.

### **Введение. Данные космической съемки, аэрофотосъемки и съемки с БПЛА как объект фотограмметрической обработки**

Введение. Фотограмметрическая обработка данных дистанционного зондирования Земли. Цель и задачи курса, связь с другими дисциплинами картографического профиля. Основные термины и определения. История развития методов фотограмметрии (аналоговая, аналитическая, цифровая фотограмметрия). Фотограмметрические методы обработки аналоговых и цифровых изображений. Причины и виды геометрических искажений снимков. Основные виды данных, подвергающихся фотограмметрической обработке. Космические снимки и данные аэрофотосъемки, их особенности. Пространственное разрешение и ширина полосы съемки, их влияние на фотограмметрическую обработку.

### **Общая информация о фототехнике для аэрофотосъемки. Основы цифровой фотографии, фотографическая техника. Объективы, оптические характеристики**

Современная цифровая фототехника, применяемая для аэрофотосъемки. Объектив, диафрагма, светосила, ГРИП, абберации. Светочувствительная матрица, разрешающая способность. Соотношение разрешающей способности и расстояния до объекта съемки. Нелинейные искажения изображения объективом. Шумность матрицы.

### **Обработка снимков. Форматы цифровых снимков, «сырые» форматы снимков, повышение качества изображений. Пакетная обработка снимков.**

Программная и автоматизированная обработка RAW («сырых» цифровых) фотоснимков. Обработка «сырых» форматов цифровых фотоснимков, границы изменений параметров при обработке, ухудшение качества снимков при ошибках в настройках фотосъемки. Пакетная обработка данных, методики. Время обработки на компьютере. Параметры используемые для аэрофотосъемки. Правила перекрытия снимками. Практическая реализация процесса обработки исходных данных фотосъемки и повышение их качества

### **Определение качественных характеристик съемки**

Расчет характеристик аэрофотосъемки. Перекрытие. Расчетная и фактическая детализация. Факторы влияющие на дальнейшую обработку данных. Глубина резкости. Повышение качества фотосъемки при различных условиях и параметрах

### **Планирование аэрофотосъемки, подготовка полетного задания**

Планирование аэрофотосъемки. Использование программного продукта MissionPlanner для управления и настройки полетных контроллеров. Использование наземной станции для подготовки полетного задания на аэрофотосъемку территории

### **Построение фотограмметрической модели из материалов аэрофотосъемки.**

Использование программ для построения фотограмметрической модели из множества фотоснимков. Системы координат для фотограмметрической модели. Использование центров фотографирования. Использование наземных опознаков. Порядок обработки данных. Экспорт данных. Классификация полигонов.

### **Геодезическое оборудование для создания ЦММ**

Геодезическое оборудование для создания ЦММ. Дифференциальные GNSS приемники. Геодезические GNSS приемники. Бортовые GNSS приёмники на беспилотных комплексах. Методика построения цифровых моделей местности с геодезической точностью. Работа в МСК, методы повышения точности цифровых моделей.

### **Построение цифровой модели рельефа на основе данных карты высот аэрофотосъемки.**

#### **Анализ данных с помощью ГИС**

Импорт фотограмметрической модели (ортофотоплана и карты высот) в ГИС. Преобразование координат слоев. Построение изолиний. Анализ данных с помощью ГИС, вычисление объемов насыпей и выемок, построение карты высот растительности, объектов. Визуализация данных для 3D просмотра. Построение цифровой модели с помощью ПО Agisoft Photoscan

### **Основы обработки данных воздушного лазерного сканирования**

Обработка данных воздушного сканирования. Особенности лидарной съемки, типы носителей съемочного оборудования. Создание LAS-файлов. Программные средства первичной обработки LAS-файлов (TertraScan). Создание ЦМР и ЦММ на основе данных LAS. их особенности. Отображение данных LAS. Фильтры земли и первого отраженного сигнала. Классификация данных LAS. Построение профилей по данным LAS. Методы фильтрации облака точек для построения ЦМР.. Определение высоты полога леса по данным LAS. Автоматическое выделение зданий на основе данных LAS. Вычисление объемов по трехмерным моделям

### **Реализация проекта по обработке данных аэрофотосъемки**

Типовая структура реализации проекта по обработке данных аэрофотосъемки. Технологии повышения качества фотоснимков, влияющие на дальнейшее дешифрирование в ГИС. Методики проверки точности. Обработка данных в ГИС и визуализация

### **Итоговое контрольное мероприятие**

Примерный перечень вопросов к контрольному мероприятию

1. Современное состояние беспилотной техники применительно для задач гражданской аэрофотосъемки.
2. Объектив фотоаппарата, диафрагма, светосила, их соотношение, влияние на качество изображения.
3. ГРИП, взаимодействие с другими параметрами фотосъемки.
4. Характеристики светочувствительной матрицы, объектива и их соотношение.
5. Методики обработки фотоснимков в различных форматах.
6. Методика массовой обработки фотоснимков аэрофотосъемки.
7. Расчет перекрытия, пространственного разрешения, параметров полета для задач аэрофотосъемки.
8. Наземное оборудование для выполнения геодезической привязки фотограмметрических моделей. Методика работы.

9. Методика обработки фотограмметрической модели. Особенности настроек для пакетной обработки фотоснимков.
10. Влияние параметров обработки фотограмметрической модели на машинное время.
11. Методики определения центров фотографирования и повышения их точности, влияние точности центров фотографирования на точность фотограмметрической модели.
12. Методики расчетов объемов насыпей и выемок по данным фотограмметрической модели.
13. Методики построения цифровой модели рельефа, исключения данных о высотах строений, растительности.
14. Оценки точности фотограмметрических моделей.

## **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. Тематическое дешифрирование и интерпретация космических снимков среднего и высокого пространственного разрешения: учебное пособие для студентов, обучающихся по основным образовательным программам высшего образования уровней бакалавриат и магистратура направления 05.00.03 Картография и геоинформатика/А. Н. Шихов [и др.]. - Пермь: ПГНИУ, 2020, ISBN 978-5-7944-3476-7. - 191. - Библиогр.: с. 187-190 <https://elis.psu.ru/node/642172>

### Дополнительная:

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. 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://www.racurs.ru/> Сайт компании "Ракурс"  
<http://www.scanex.ru/ru/index.html> Сайт ИТЦ "СканЭкс"  
<http://geomatica.ru/> Журнал "Геоматика"  
<http://ardupilot.org> Сайт проекта Ardupilot  
<http://agisoft.com/> Сайт компании Agisoft  
<https://pix4d.com/> Сайт компании Pix4d

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

Образовательный процесс по дисциплине **Аэрокосмическое зондирование и фотограмметрия** 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.

Архив открытых геоданных портала GIS-LAB.INFO

ИПС «Законодательство России» [Электронный ресурс]: информационно-правовая система:

<http://pravo.gov.ru/ips/>

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

Лицензионный программный комплекс: ArcGIS

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.

При освоении материала и выполнении 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 лабораторных занятий: компьютерный класс, оснащенный персональными ЭВМ. Состав оборудования определен в Паспорте компьютерного класса.

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  
Аэрокосмическое зондирование и фотограмметрия**

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

**ОПК.4**

**способность осваивать новые технологии и применять их для проведения  
естественнонаучных исследований**

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p><b>ОПК.4</b> способность осваивать новые технологии и применять их для проведения естественнонаучных исследований</p>	<p>Знать: современные тенденции в развитии дистанционного зондирования Земли и методов фотограмметрической обработки данных; принятые критерии точности обработки данных для решения различных научных и производственных задач, а также основные компании-производители съемочной техники и программного обеспечения для фотограмметрической обработки данных, преимущества и недостатки существующих на рынке решений.</p> <p>Уметь: производить выбор съемочного оборудования и программных средств для решения научных и производственных задач.</p> <p>Владеть: методикой проведения съемки с БПЛА и технологией обработки данных, от планирования полетов до создания ортофотопланов и ЦММ, а также программными и техническими решениями, используемыми на разных этапах проведения съемки и обработки данных.</p>	<p align="center"><b>Неудовлетворител</b></p> <p>Не знает: современные тенденции в развитии дистанционного зондирования Земли и методов фотограмметрической обработки данных; используемые критерии точности для решения различных научных и производственных задач, а также основные компании-производители съемочной техники и программного обеспечения для фотограмметрической обработки данных, преимущества и недостатки существующих на рынке решений.</p> <p>Не умеет: производить выбор съемочного оборудования и программных средств для решения научных и производственных задач.</p> <p>Не владеет: методикой проведения съемки с БПЛА и технологией обработки данных, от планирования полетов до создания ортофотопланов и ЦММ, а также программными и техническими решениями, используемыми на разных этапах проведения съемки и обработки данных.</p> <p align="center"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>Общие, но не структурированные знания современного состояния технологий дистанционного зондирования Земли и методов фотограмметрической обработки данных; принятых критериев точности при обработке данных для решения различных научных и производственных задач, а также основных компаний-производителей съемочной техники и программного обеспечения для фотограмметрической обработки данных, преимуществ и недостатков существующих на рынке решений.</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>Частично сформированные умения производить выбор съемочного оборудования и программных средств для решения научных и производственных задач. Неполное владение методикой проведения съемки с БПЛА и технологией обработки данных, от планирования полетов до создания ортофотопланов и ЦММ, а также программными и техническими решениями, используемыми на разных этапах проведения съемки и обработки данных.</p> <p style="text-align: center;"><b>Хорошо</b></p> <p>В основном сформированные, но содержание отдельные пробелы знания современного состояния технологий дистанционного зондирования Земли и методов фотограмметрической обработки данных; принятых критериев точности при обработке данных для решения различных научных и производственных задач, а также основных компаний-производителей съемочной техники и программного обеспечения для фотограмметрической обработки данных, преимуществ и недостатков существующих на рынке решений.</p> <p>В основном успешные умения производить выбор съемочного оборудования и программных средств для решения научных и производственных задач.</p> <p>Владение методикой проведения съемки с БПЛА и технологией обработки данных, от планирования полетов до создания ортофотопланов и ЦММ, а также программными и техническими решениями, используемыми на разных этапах проведения съемки и обработки данных.</p> <p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>Глубокие и систематизированные знания современного состояния технологий дистанционного зондирования Земли и методов фотограмметрической обработки данных; принятых критериев точности при обработке данных для решения различных научных и производственных задач, а также</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>основных компаний-производителей съемочной техники и программного обеспечения для фотограмметрической обработки данных, преимуществ и недостатков существующих на рынке решений.</p> <p>Успешные и самостоятельно применяемые умения производить выбор съемочного оборудования и программных средств для решения научных и производственных задач.</p> <p>Свободное владение методикой проведения съемки с БПЛА и технологией обработки данных, от планирования полетов до создания ортофотопланов и ЦММ, а также программными и техническими решениями, используемыми на разных этапах проведения съемки и обработки данных.</p>

### ПК.15

#### способность использовать технологии аэрокосмических исследований Земли в практической деятельности

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p><b>ПК.15</b> способность использовать технологии аэрокосмических исследований Земли в практической деятельности</p>	<p>Знать: физические основы воздушного лазерного сканирования (ВЛС), терминологию в данной области, типы носителей съемочного оборудования, преимущества ВЛС перед другими видами ДЗЗ, области применения данных ВЛС, особенности программного обеспечения по обработке данных ВЛС и требования к вычислительной мощности</p> <p>Уметь: визуализировать данные ВЛС в ГИС и совмещать их с другими типами данных, выполнять конвертацию в ГИС-форматы (TIN, растровые модели, Terrain, мультиточки), использовать фильтры для построения ЦМР, определять</p>	<p style="text-align: center;"><b>Неудовлетворител</b></p> <p>Не знает физические основы воздушного лазерного сканирования (ВЛС), терминологию в данной области, типы носителей съемочного оборудования, преимущества ВЛС перед другими видами ДЗЗ, области применения данных ВЛС, особенности программного обеспечения по обработке данных ВЛС и требования к вычислительной мощности</p> <p>Не умеет визуализировать данные ВЛС в ГИС и совмещать их с другими типами данных, выполнять конвертацию в ГИС-форматы (TIN, растровые модели, Terrain, мультиточки), использовать фильтры для построения ЦМР, определять высоту зданий и растительности, выделять объекты инфраструктуры.</p> <p>Не владеет программным обеспечением по обработке данных ВЛС, в том числе инструментами фильтрации и</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
	<p>высоту зданий и растительности, выделять объекты инфраструктуры.  Владеть: программным обеспечением по обработке данных ВЛС, в том числе инструментами фильтрации и классификации данных.</p>	<p><b>Неудовлетворител</b>  классификации данных.</p> <p><b>Удовлетворительн</b>  Общие, но не структурированные знания физических основ воздушного лазерного сканирования (ВЛС), терминологии в данной области, типов носителей съемочного оборудования, преимуществ ВЛС перед другими видами ДЗЗ, областей применения данных ВЛС, особенностей программного обеспечения по обработке данных ВЛС и требования к вычислительной мощности  Демонстрирует частично сформированные умения визуализировать данные ВЛС в ГИС и совмещать их с другими типами данных, выполнять конвертацию в ГИС-форматы (TIN, растровые модели, Terrain, мультиточки), использовать фильтры для построения ЦМР, определять высоту зданий и растительности, выделять объекты инфраструктуры.  Частично владеет программным обеспечением по обработке данных ВЛС, в том числе инструментами фильтрации и классификации данных.</p> <p><b>Хорошо</b>  Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания физических основ воздушного лазерного сканирования (ВЛС), терминологии в данной области, типов носителей съемочного оборудования, преимуществ ВЛС перед другими видами ДЗЗ, областей применения данных ВЛС, особенностей программного обеспечения по обработке данных ВЛС и требований к вычислительной мощности  В целом успешные, но содержащие отдельные пробелы умения визуализировать данные ВЛС в ГИС и совмещать их с другими типами данных, выполнять конвертацию в ГИС-форматы (TIN, растровые модели, Terrain, мультиточки), использовать фильтры для построения ЦМР, определять высоту зданий и растительности, выделять объекты инфраструктуры.</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;"><b>Хорошо</b></p> <p>В основном владеет программным обеспечением по обработке данных ВЛС, в том числе инструментами фильтрации и классификации данных.</p> <p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>Сформированные систематические знания физических основ воздушного лазерного сканирования (ВЛС), терминологии в данной области, типов носителей съемочного оборудования, преимуществ ВЛС перед другими видами ДЗЗ, областей применения данных ВЛС, особенностей программного обеспечения по обработке данных ВЛС и требований к вычислительной мощности</p> <p>Сформированные и самостоятельно применяемые умения визуализировать данные ВЛС в ГИС и совмещать их с другими типами данных, выполнять конвертацию в ГИС-форматы (TIN, растровые модели, Terrain, мультиточки), использовать фильтры для построения ЦМР, определять высоту зданий и растительности, выделять объекты инфраструктуры.</p> <p>Свободное владение программным обеспечением по обработке данных ВЛС, в том числе инструментами фильтрации и классификации данных.</p>



## Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : СУОС

**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>ОПК.4</b> способность осваивать новые технологии и применять их для проведения естественнонаучных исследований	Построение цифровой модели рельефа на основе данных карты высот аэрофотосъемки. Анализ данных с помощью ГИС <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b>	Студент демонстрирует свои знания в области современного состояния технологий аэрофотосъемки, обработки данных и трехмерного моделирования, представляя реферат по одной из выбранных тем. Темы могут быть посвящены любой проблематике в данной области, включая особенности различных видов съемочной аппаратуры и их производителей, программного обеспечения, перспективы развития направления в целом.

<b>Компетенция (индикатор)</b>	<b>Мероприятие текущего контроля</b>	<b>Контролируемые элементы результатов обучения</b>
<p><b>ОПК.4</b> способность осваивать новые технологии и применять их для проведения естественнонаучных исследований</p> <p><b>ПК.15</b> способность использовать технологии аэрокосмических исследований Земли в практической деятельности</p>	<p>Реализация проекта по обработке данных аэрофотосъемки</p> <p><b>Защищаемое контрольное мероприятие</b></p>	<p>Студент освоил содержание разделов курса: «построение фотограмметрической модели из материалов аэрофотосъемки», «геодезическое оборудование для создания ЦММ», «построение цифровой модели рельефа на основе данных карты высот аэрофотосъемки и анализ данных с помощью ГИС», «Оценка точности фотограмметрических данных, полученных с помощью аэрофотосъемки и наземной съемки». Студент владеет технологией фотограмметрической обработки данных аэрофотосъемки с БПЛА, а также способен производить ГИС-анализ на основе полученных цифровых моделей местности и рельефа.</p>
<p><b>ОПК.4</b> способность осваивать новые технологии и применять их для проведения естественнонаучных исследований</p> <p><b>ПК.15</b> способность использовать технологии аэрокосмических исследований Земли в практической деятельности</p>	<p>Итоговое контрольное мероприятие</p> <p><b>Итоговое контрольное мероприятие</b></p>	<p>2. Студент освоил знания из теоретических разделов курса: Введение. Данные космической съемки, аэрофотосъемки и съемки с БПЛА как объект фотограмметрической обработки, Общая информация о фототехнике для аэрофотосъемки. Основы цифровой фотографии, Форматы цифровых снимков, . Пакетная обработка снимков, Определение качественных характеристик съемки, Планирование аэрофотосъемки, подготовка полетного задания, Построение фотограмметрической модели из материалов аэрофотосъемки, Геодезическое оборудование для создания ЦММ, Построение цифровой модели рельефа на основе данных карты высот аэрофотосъемки. Анализ данных с помощью ГИС, Оценка точности фотограмметрических данных, полученных с помощью аэрофотосъемки и наземной съемки, Реализация проекта по обработке данных аэрофотосъемки.</p>

### Спецификация мероприятий текущего контроля

## **Построение цифровой модели рельефа на основе данных карты высот аэрофотосъемки. Анализ данных с помощью ГИС**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **4 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>
В содержании реферата рассматриваемый вопрос раскрыт с необходимой полнотой. За занижение или превышение страниц: минус 2 балла. Не полное раскрытие темы, объявленной в реферате: минус 2 балла	8
Оформление реферата соответствует требованиям (имеются введение, основная часть, заключение, список литературы, ссылки по тексту). Список использованных источников оформлен в соответствии с ГОСТ. Используемые в реферате ссылки существуют, и они являются общедоступными. Их общее количество не менее пяти:	7
Выступление студента соответствует требованиям по времени изложения материала (5-7 минут), в докладе представлена суть выполненной работы и основные выводы.	5
Доклад сопровождается презентация в формате MS PowerPoint	5

## **Реализация проекта по обработке данных аэрофотосъемки**

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>
Построена ЦМР, проведено сопоставление высот по ЦМР и исходной ЦММ	10
Ортофотоплан и ЦММ построены и сохранены в формате GeoTiff	10
Снимки готовы к загрузке в ПО Agisoft Photoscan Trial	5
Получены координаты центров снимков в МСК	3
Выравнивание снимков выполнено успешно	2

## **Итоговое контрольное мероприятие**

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 имеет представление о современной цифровой фототехнике для аэрофотосъемки, основных форматах цифровых снимков и их обработке	10
Студент имеет представление о математических основах фотограмметрической обработки снимков с БПЛА, технологии обработки облаков точек и определения высот земной поверхности, а также ее основных ограничениях.	10
Студент имеет представление о программных средствах, используемых на разных этапах	10

обработки снимков с БПЛА и их основных функциональных возможностях	
Студент знает основы геодезической привязки снимков с БПЛА и их взаимного уравнивания, а также возможности применения систем высокоточного позиционирования для решения этих задач	10