

## 1. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

- 1.1. Требования к предварительной подготовке обучающихся, предшествующие и сопутствующие дисциплины, на которых основывается изучение данной дисциплины: Цифровые системы управления и обработки информации, Информационные технологии и программирование, Основы теории автоматического управления.
- 1.2. Дисциплины, курсовые работы и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: Производственная практика : преддипломная практика, Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена, Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы.

## 2. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 2.1. Общая характеристика

Наименование показателя	Значение показателя
Название образовательной программы	03.03.02 Физика (профиль: Техническая физика беспилотных систем)
Шифр и название в соответствии с учебным планом	Б1.В.ДВ.5 Обработка данных с БПЛА
Часть образовательной программы	Вариативная часть: выбор обучающегося
Количество зачетных единиц / всего часов	3 / 108

В случае предъявления от обучающегося или его родителя (законного представителя) заявления на обучение по адаптированной образовательной программе высшего образования, подкрепленного заключением психолого-медико-педагогической комиссии (ПМПК) или медико-социальной экспертизы (МСЭ) с рекомендациями создания индивидуальной программы реабилитации и абилитации (ИПРА), данная рабочая программа может быть адаптирована с учетом индивидуальных особенностей здоровья обучающегося.

### 2.2. Распределение часов по формам и периодам обучения

Форма обучения	курс	семестр	Общее количество часов					Форма контроля
			лекционных	лабораторных	практических	самостоятельной работы + контроль	всего	
Очная	4	2	20	0	30	58	108	Экзамен
Заочная								

## 3. ЦЕЛИ ДИСЦИПЛИНЫ

Формирование у студентов теоретических знаний и практических навыков в области сбора, обработки и анализа данных, полученных с беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), с использованием современных методов цифровой обработки сигналов и изображений, геоинформационных технологий и машинного обучения.

#### 4. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ КОМПОНЕНТА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ, ИХ ИНДИКАТОРЫ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

##### 4.1. Компетенции

ПК-5. Способен выполнять эксперименты по заданным методикам и обрабатывать результаты с применением современных информационных технологий и технических средств.

##### Индикаторы компетенций

ПК-5.1. Применяет современные методы сбора и обработки данных с БПЛА в соответствии с заданными методиками.

ПК-5.2. Использует специализированное программное обеспечение и технические средства для обработки и анализа данных БПЛА.

ПК-5.3. Интерпретирует результаты экспериментов, оценивает их достоверность и формулирует выводы.

ПК-5.1.1. Знает основные типы датчиков БПЛА и их характеристики (оптические, лидарные, мультиспектральные, тепловые), методики планирования полетных миссий и сбора данных, принципы предварительной обработки аэрофотоснимков и телеметрии.

ПК-5.1.2. Умеет планировать и проводить полетные эксперименты для сбора данных, применять базовые методы коррекции и калибровки данных.

ПК-5.1.3. Владеет навыками работы с бортовыми системами БПЛА.

ПК-5.2.1. Знает основные алгоритмы обработки аэрофотоснимков (ортотрансформирование, сшивка, классификация), методы фотограмметрической обработки данных, принципы работы с ГИС-программами для анализа пространственных данных.

ПК-5.2.2. Умеет обрабатывать сырые данные БПЛА в специализированном ПО (Pix4D, Agisoft Metashape, QGIS), строить цифровые модели рельефа и местности, проводить спектральный анализ мультиспектральных снимков.

ПК-5.2.3. Владеет навыками автоматизированной обработки данных с использованием Python/Matlab, методами визуализации и представления пространственных данных.

ПК-5.3.1. Знает критерии оценки качества результатов обработки и основы статистического анализа данных ДЗЗ.

ПК-5.3.2. Умеет анализировать и интерпретировать обработанные данные.

ПК-5.3.3. Владеет навыками подготовки отчетной документации.

Компетенции	Индикаторы	Результаты обучения
ПК-5. Способен выполнять эксперименты по заданным методикам и обрабатывать результаты с применением современных информационных технологий и технических средств.	<p><b>ПК-5.1.</b> Применяет современные методы сбора и обработки данных с БПЛА в соответствии с заданными методиками.</p> <p><b>ПК-5.2.</b> Использует специализированное программное обеспечение и технические средства для обработки и анализа данных БПЛА.</p> <p><b>ПК-5.3.</b> Интерпретирует результаты экспериментов, оценивает их достоверность и формулирует выводы.</p>	<p>ПК-5.1.1. Знает основные типы датчиков БПЛА и их характеристики (оптические, лидарные, мультиспектральные, тепловые), методики планирования полетных миссий и сбора данных, принципы предварительной обработки аэрофотоснимков и телеметрии.</p> <p>ПК-5.1.2. Умеет планировать и проводить полетные эксперименты для сбора данных, применять базовые методы коррекции и калибровки данных.</p> <p>ПК-5.1.3. Владеет навыками работы с бортовыми системами БПЛА.</p> <p>ПК-5.2.1. Знает основные алгоритмы обработки аэрофотоснимков (ортотрансформирование, сшивка, классификация), методы фотограмметрической обработки данных, принципы работы с ГИС-программами для анализа пространственных данных.</p> <p>ПК-5.2.2. Умеет обрабатывать сырые данные БПЛА в специализированном ПО (Pix4D, Agisoft Metashape, QGIS), строить цифровые модели рельефа и местности, проводить спектральный анализ мультиспектральных снимков.</p> <p>ПК-5.2.3. Владеет навыками автоматизированной обработки данных с использованием Python/Matlab, методами визуализации и представления пространственных данных.</p> <p>ПК-5.3.1. Знает критерии оценки качества результатов</p>

		<p>обработки и основы статистического анализа данных ДЗЗ.</p> <p>ПК-5.3.2. Умеет анализировать и интерпретировать обработанные данные.</p> <p>ПК-5.3.3. Владеет навыками подготовки отчетной документации.</p>
--	--	--

## 5. ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Название темы	Краткое содержание темы (вопросы темы)
---------------	--

Раздел 1. Основы работы с БПЛА и их сенсорными системами	Типы БПЛА и их классификация. Мультироторные, самолетные и гибридные БПЛА. Характеристики и области применения. Сенсорные системы БПЛА. Оптические камеры (RGB, мультиспектральные, гиперспектральные), лидары, тепловизоры, датчики GPS/ГЛОНАСС. Принципы сбора данных. Планирование полетных миссий, настройка параметров съемки, влияние внешних факторов (погода, освещенность).
Раздел 2. Предварительная обработка аэрофотоснимков	Калибровка и коррекция снимков. Устранение дисторсии, радиометрическая коррекция, компенсация вибраций. Геопривязка данных. Системы координат, использование данных GPS/IMU, точность позиционирования. Сшивка изображений. Алгоритмы автоматической сшивки, создание ортомозаик, обработка мультиспектральных данных.
Раздел 3. Фотограмметрия и 3D-моделирование	Основы фотограмметрии. Принципы построения 3D-моделей по аэрофотоснимкам. Цифровые модели местности (ЦММ и ЦМР). Методы построения, точность и разрешение. Облака точек. Обработка лидарных данных, фильтрация шумов, классификация объектов.
Раздел 4. Анализ данных дистанционного зондирования	Спектральный анализ. Вегетационные индексы (NDVI, SAVI), выявление аномалий. Классификация объектов. Методы машинного обучения (кластеризация, SVM, нейросети). Мониторинг изменений. Выявление деформаций, анализ динамики природных и антропогенных объектов.
Раздел 5. Программные средства обработки данных	Специализированное ПО. Pix4D, Agisoft Metashape, DroneDeploy – сравнительный анализ. ГИС-технологии. QGIS, ArcGIS – инструменты для работы с аэрофотоснимками. Автоматизация обработки. Скрипты на Python для пакетной обработки данных.
Раздел 6. Практическое применение данных БПЛА	Сельское хозяйство. Мониторинг посевов, оценка состояния crops, прогнозирование урожайности. Экологический мониторинг. Контроль загрязнений, оценка состояния лесов и водоемов. Градостроительство и инфраструктура. Инвентаризация объектов, мониторинг строительства.
Раздел 7. Правовые аспекты и безопасность	Нормативное регулирование. Воздушное законодательство, ограничения полетов. Безопасность данных. Защита информации, этические аспекты использования БПЛА.

## 6. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Форма обучения – очная, курс – 4, семестр – 2

Наименования разделов и тем	Количество часов				
	Лекц.	Лабор.	Практ.	СРС+К	Всего

Раздел 1. Основы работы с БПЛА и их сенсорными системами	2		4	8	
Раздел 2. Предварительная обработка аэрофотоснимков	3		4	8	
Раздел 3. Фотограмметрия и 3D-моделирование	3		4	8	
Раздел 4. Анализ данных дистанционного зондирования	2		4	8	
Раздел 5. Программные средства обработки данных	4		10	0 1	
Раздел 6. Практическое применение данных БПЛА	3		2	8	
Раздел 7. Правовые аспекты и безопасность	3		2	8	
ИТОГО ЗА СЕМЕСТР / ЗА КУРС / ПО КОМПОНЕНТУ ОПОП	20	–	30	58	108

## 7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ (СРЕДСТВА) ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### 7.1. Контрольные вопросы

#### Раздел 1. Основы работы с БПЛА и их сенсорными системами

1. Современные типы БПЛА: сравнительный анализ конструкций и возможностей
2. Оптические системы БПЛА: от RGB до гиперспектральных камер
3. Лидарные технологии в беспилотной аэрофотосъемке
4. Тепловизоры на БПЛА: принципы работы и области применения
5. Системы позиционирования и навигации в БПЛА
6. Оптимальные параметры съемки для различных видов аэрофотосъемки
7. Влияние атмосферных условий на качество данных БПЛА

#### Раздел 2. Предварительная обработка аэрофотоснимков

1. Методы коррекции геометрических искажений аэрофотоснимков
2. Современные алгоритмы автоматической сшивки изображений
3. Технологии создания точных ортомозаик
4. Радиометрическая коррекция мультиспектральных снимков
5. Методы повышения разрешения аэрофотоснимков
6. Особенности обработки данных с камер высокого разрешения
7. Проблемы и решения при работе с большими массивами аэрофотоснимков

#### Раздел 3. Фотограмметрия и 3D-моделирование

1. Современные методы фотограмметрической обработки данных БПЛА
2. Технологии построения цифровых моделей рельефа высокой точности
3. Обработка лидарных данных: от облака точек к 3D-моделям
4. Текстурирование 3D-моделей: методы и проблемы
5. Применение фотограмметрии в архитектуре и реставрации
6. Оценка точности 3D-моделей, полученных с БПЛА
7. Интеграция данных БПЛА с BIM-технологиями

#### Раздел 4. Анализ данных дистанционного зондирования

1. Вегетационные индексы и их применение в точном земледелии
2. Методы машинного обучения для классификации объектов на аэрофотоснимках

3. Технологии мониторинга лесных массивов с помощью БПЛА
4. Анализ мультивременных снимков для выявления изменений территории
5. Применение тепловизионной съемки в экологическом мониторинге
6. Методы обнаружения и классификации антропогенных объектов
7. Оценка последствий стихийных бедствий по данным БПЛА

#### Раздел 5. Программные средства обработки данных

1. Сравнительный анализ ПО для фотограмметрической обработки (Pix4D, Agisoft, DroneDeploy)
2. Возможности QGIS для работы с данными БПЛА
3. Автоматизация обработки аэрофотоснимков с использованием Python
4. Облачные платформы для обработки данных ДЗЗ
5. Методы визуализации больших массивов аэрофотоснимков
6. Интеграция данных БПЛА с ГИС-системами
7. Перспективные направления развития ПО для обработки данных БПЛА

#### Раздел 6. Практическое применение данных БПЛА

1. Точное земледелие: от мониторинга посевов до прогнозирования урожайности
2. Применение БПЛА в лесном хозяйстве и экологическом мониторинге
3. Использование БПЛА в градостроительстве и кадастре
4. Мониторинг линейных инфраструктурных объектов с помощью БПЛА
5. БПЛА в археологии: новые возможности документации памятников
6. Применение беспилотных технологий при ликвидации ЧС
7. Экономическая эффективность использования БПЛА в различных отраслях

#### Раздел 7. Правовые аспекты и безопасность

1. Нормативно-правовая база применения БПЛА в России и за рубежом
2. Ограничения воздушного пространства для полетов БПЛА
3. Требования к подготовке операторов БПЛА
4. Методы обеспечения безопасности полетов БПЛА
5. Защита персональных данных при аэрофотосъемке
6. Этические проблемы использования БПЛА
7. Страхование и ответственность при эксплуатации БПЛА

#### 7.2. Темы докладов (рефератов)

1. Современные типы БПЛА и их применение
2. Сравнительный анализ сенсорного оборудования БПЛА
3. Методы повышения точности геопривязки аэрофотоснимков
4. Лидарные системы на БПЛА: принципы работы
5. Автоматизация полетных миссий БПЛА
6. Технологии создания цифровых моделей местности
7. Обработка лидарных данных для 3D-моделирования
8. Применение фотограмметрии в архитектуре
9. Методы текстурирования 3D-моделей
10. Интеграция данных БПЛА с BIM-технологиями
11. Мультиспектральная съемка в сельском хозяйстве
12. Тепловизионная диагностика с БПЛА
13. Мониторинг лесных массивов с помощью БПЛА
14. Использование БПЛА для мониторинга водных объектов
15. Анализ мультивременных снимков территории
16. Сравнительный анализ ПО для обработки данных БПЛА
17. Использование Python для обработки аэрофотоснимков
18. ГИС-технологии в обработке данных БПЛА
19. Облачные платформы для обработки данных БПЛА

20. Машинное обучение для классификации аэрофотоснимков
21. Применение БПЛА в градостроительстве
22. Мониторинг линейных объектов с помощью БПЛА
23. Использование БПЛА в археологии
24. Нормативное регулирование полетов БПЛА
25. Экономическая эффективность использования БПЛА

В случае ведения учебного процесса с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий, содержание билета может отличаться от приведенного.

## 8. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ БАЛЛОВ, КОТОРЫЕ ПОЛУЧАЮТ ОБУЧАЮЩИЕСЯ

Общая оценка знаний обучающихся по дисциплине проводится по 100-балльной шкале исходя из максимума, приведенного в таблице ниже.

Организационно-учебная работа в аудитории оценивается на основе таких критериев как посещаемость занятий, своевременное и качественное выполнение домашних заданий, активность во время проведения лекционных и практических занятий (участие в обсуждении текущего и пройденного материала, решение задач и т.п.).

Самостоятельная работа оценивается на основе предоставленных на проверку выполненных домашних, индивидуальных заданий с учетом своевременности их предоставления и соответствия требованиям к их выполнению.

Количество баллов за контрольную работу вычисляется как сумма баллов за все входящие в её состав задания. Каждое задание оценивается исходя из максимально возможного количества баллов с учетом правильности выполнения задания, полноты приводимых обоснований.

По результатам работы в семестре обучающийся, набравший не менее 60 баллов, имеет право получить оценку. Те, кто претендует на более высокий балл, проходят промежуточную аттестацию. Максимальное количество баллов на промежуточной аттестации – 100. Общее количество баллов за семестр вычисляется как максимальная из полученных за семестр и на промежуточной аттестации и выставляется согласно принятому порядку.

Номера разделов	Виды работ	Максимальное количество баллов
1-7	Организационно-учебная работа в аудитории	10
	Самостоятельная работа	10
	Практические работы	40
	Модульный контроль	10
ИТОГО		50
экзамен		30
Общий итог за семестр		100

### Соответствие баллов оценке

Количество баллов из 100	ECTS	Оценка по пятибалльной шкале	
		Экзамен, дифференцированный зачет	Зачет
90-100	A	отлично	зачтено
80-89	B	хорошо	зачтено
75-79	C		зачтено

70-74	D	удовлетворительно	зачтено
60-69	E		зачтено
35-59	FX	неудовлетворительно	не зачтено
0-34	F		не зачтено

## 9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Учебные занятия проводятся в 4 корпусе ДонГУ (г. Донецк, пр. Театральный, 13). Для проведения лабораторных занятий требуется аудитория, оборудованная меловой или маркерной доской, мультимедийный проектор и экран, ноутбук, комплект учебной мебели для студентов, рабочее место преподавателя, выход в Интернет – проводной или с использованием Wi-Fi.

Для самостоятельной работы используются текстовые и электронные ресурсы Научной библиотеки университета и других электронных библиотечных баз данных, учебно-методическое обеспечение, представленное в учебно-методическом кабинете Главного корпуса (ауд.405).

Обучающиеся имеют возможность использовать учебные материалы по дисциплине, размещенные на платформе Moodle Центра дистанционного образования ФГБОУ ВО «ДонГУ». При изучении дисциплины применяются электронное обучение и дистанционные образовательные технологии.

С использованием ресурсов платформы дистанционного образования осуществляется текущий контроль знаний обучающихся на основе тестирования и проверки результатов самостоятельной работы.

## 10. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

### 10.1. Основная литература

1. Дистанционное зондирование Земли : учебное пособие / В. М. Владимиров, Д. Д. Дмитриев, В. Н. Тяпкин, Ю. Л. Фатеев. — Красноярск : СФУ, 2014. — 196 с.
2. Шуршев, В. Ф. Географические информационные системы : учебник / В. Ф. Шуршев, Л. Б. Аминул. — Астрахань : АГТУ, 2024. — 148 с. — ISBN 978-5-89154-775-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/479024>
  - a. Дополнительная литература
  1. Макаров, Р. И. Методы анализа данных : учеб. пособие / Р. И. Макаров, Е. Р. Хорошева ; Владим. гос. ун-т им. А. Г. и Н. Г. Столетовых. — Владимир : Изд-во ВлГУ, 2021 — 216 с.

## 3. ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ

1. **Национальная электронная библиотека (НЭБ):** федеральная государственная информационная система / Министерство Культуры РФ; Российская государственная библиотека. — Москва, 2019- . — URL: <https://rusneb.ru/> (дата обращения: 01.09.2023). — Режим доступа: свободный, подписка. Необходима установка программного обеспечения. — Текст: электронный.
2. **eLIBRARY.RU:** научная электронная библиотека: сайт. — Москва, 2000- . — URL: <https://elibrary.ru> (дата обращения: 01.09.2023). — Режим доступа: для авторизов. пользователей. — Текст: электронный.
3. Научная электронная библиотека **«КиберЛенинка»:** сайт / Ассоциация «Открытая наука». — Москва, 2014- . — URL: <https://cyberleninka.ru/>. — Режим доступа: свободный. — Текст: электронный.
4. Электронно-библиотечная система **«Лань»:** [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 01.09.2023). — Режим доступа: для авторизов.



