



**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА  
(РОСАВИАЦИЯ)**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ  
ИМЕНИ ГЛАВНОГО МАРШАЛА АВИАЦИИ А.А.НОВИКОВА»**

**УТВЕРЖДАЮ**



**Ректор**

**/ Ю.Ю. Михальчевский**

**» апреля 2024 года**

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Аппаратное обеспечение беспилотных авиационных систем**

**Направление подготовки  
25.04.03 Аэронавигация**

**Направленность программы (профиль)  
Интеллектуальные технологии в беспилотных авиационных системах**

**Квалификация выпускника  
магистр**

**Форма обучения  
очная**

**Санкт-Петербург  
2024**

## 1 Цели освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины «Аппаратное обеспечение беспилотных авиационных систем»: Цель преподавания дисциплины «Аппаратное обеспечение беспилотных авиационных систем»: формирование у студентов знаний, умений и навыков, необходимых для разработки и проектирования беспилотных авиационных систем различного назначения.

Задачи преподавания дисциплины:

1. Изучить основные компоненты беспилотных авиационных систем, принципы их работы и особенности функционирования.

2. Освоить методы разработки и проектирования аппаратных компонентов беспилотных авиационных систем.

3. Научиться составлять техническую документацию и схемы для производства беспилотных аппаратов.

Дисциплина «Аппаратное обеспечение беспилотных авиационных систем» обеспечивает подготовку обучающегося к решению задач профессиональной деятельности научно-исследовательского типа.

## 2 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Аппаратное обеспечение беспилотных авиационных систем» представляет собой дисциплину, относящуюся к Блоку 1 цикла дисциплин ОПОП ВО по направлению подготовки 25.04.03 «Аэронавигация», профиль «Интеллектуальные технологии в беспилотных авиационных системах».

Дисциплина «Аппаратное обеспечение беспилотных авиационных систем» базируется на результатах обучения, полученных при изучении дисциплин: «Архитектура беспилотных авиационных систем».

Дисциплина «Аппаратное обеспечение беспилотных авиационных систем» является обеспечивающей для дисциплин: «Технологическая (проектно-технологическая) практика».

Дисциплина изучается в 3 семестре.

## 3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Процесс освоения дисциплины «Аппаратное обеспечение беспилотных авиационных систем» направлен на формирование следующих компетенций: ПК-3; ПК-4.

Код компетенции/ индикатора	Результат обучения: наименование компетенции, индикатора компетенции
ПК-3	Способен осуществлять критический анализ научных достижений, а также использовать современные подходы и методы решения профессиональных задач в области аэронавигационного обеспечения полетов применительно к беспилотным авиационным системам (ПК-3)

Код компетенции/ индикатора	Результат обучения: наименование компетенции, индикатора компетенции
ИД <sub>ПК-3</sub> <sup>1</sup>	<p><b>ЗНАТЬ:</b> Основные принципы работы беспилотных авиационных систем Алгоритмы функционирования беспилотных авиационных систем Особенности систем управления и навигации различных типов БПЛА</p> <p><b>УМЕТЬ:</b> Анализировать научные достижения в области беспилотной авиации Разрабатывать и применять современные методы решения профессиональных задач для беспилотных авиационных систем Оценивать эффективность используемых подходов и методов</p>
ИД <sub>ПК-3</sub> <sup>2</sup>	<p><b>ВЛАДЕТЬ:</b> Навыками критического анализа научных достижений в области беспилотных авиационных систем Методами разработки и внедрения современных подходов и решений в области аэронавигационного обеспечения Порядком тестирования и оценки работы систем беспилотной авиации</p>
ПК-4	Способен к исследованию и разработке алгоритмов функционирования беспилотных авиационных систем (ПК-4)
ИД <sub>ПК-4</sub> <sup>1</sup>	<p><b>ЗНАТЬ:</b></p> <p>Основные принципы функционирования беспилотных авиационных систем.</p> <p>Алгоритмы обработки данных и принятия решений в беспилотных авиационных системах.</p> <p>Особенности систем управления и навигации беспилотных летательных аппаратов различных типов.</p> <p><b>УМЕТЬ:</b></p> <p>Анализировать данные, полученные с беспилотных авиационных систем, и выбирать наиболее подходящие алгоритмы обработки.</p> <p>Разрабатывать и внедрять алгоритмы функционирования беспилотных авиационных систем на основе машинного обучения и искусственного интеллекта.</p> <p>Оценивать эффективность разработанных алгоритмов и вносить необходимые корректировки.</p>
ИД <sub>ПК-4</sub> <sup>2</sup>	<p><b>ВЛАДЕТЬ:</b></p> <p>Навыками программирования и разработки программного обеспечения для беспилотной авиации.</p> <p>Методами тестирования и оценки качества работы algo-</p>

Код компетенции/ индикатора	Результат обучения: наименование компетенции, индикатора компетенции
	ритмов функционирования беспилотных систем. Технологиями и инструментарием для работы с большими объемами данных, полученными от беспилотных авиационных систем.

Планируемые результаты изучения дисциплины:

**ЗНАТЬ:**

Основные компоненты беспилотных авиационных систем;

Принципы работы авиационных двигателей, систем управления и навигационных систем;

Особенности конструкции и эксплуатации различных типов беспилотных летательных аппаратов;

Технологии и инструменты разработки аппаратного обеспечения беспилотных систем.

**УМЕТЬ:**

Разрабатывать и проектировать аппаратные компоненты беспилотных авиационных систем;

Составлять техническую документацию и схемы для производства беспилотных аппаратов;

Работать с измерительными приборами и оборудованием для тестирования беспилотных систем;

Анализировать качество работы аппаратных компонентов беспилотных авиационных систем.

**ВЛАДЕТЬ:**

Навыками работы с современными технологиями и инструментами разработки аппаратного обеспечения для беспилотных систем;

Методами моделирования и оптимизации работы авиационных систем;

Технологиями производства и сборки беспилотных авиационных аппаратов;

Практическими навыками эксплуатации и обслуживания беспилотных летательных систем.

#### **4 Объем дисциплины и виды учебной работы**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 академических часов.

Наименование	Всего часов	Семестр
		3
Общая трудоемкость дисциплины	108	108
Контактная работа:	42,5	42,5
лекции	14	14
практические занятия	28	28
семинары	—	—

Наименование	Всего часов	Семестр
		3
лабораторные работы	–	–
курсовой проект (работа)	–	–
Самостоятельная работа студента	48	48
Промежуточная аттестация:	18	18
контактная работа	0,5	0,5
самостоятельная работа по подготовке к зачету с оценкой	17,5	17,5

## 5 Содержание дисциплины

### 5.1 Соотнесения тем (разделов) дисциплины и формируемых компетенций

Темы (разделы) дисциплины	Количество часов	Компетенции		Образовательные технологии	Оценочные средства
		ПК-3	ПК-4		
Тема 1.	9	+	+	ВК, Л, ПЗ, СРС	УО, Д, РС
Тема 2.	9	+	+	Л, ПЗ, СРС	УО, Д, РС
Тема 3.	12	+	+	Л, ПЗ, СРС	УО, Д, РС
Тема 4.	12	+	+	Л, ПЗ, СРС	УО, Д, РС
Тема 5.	12	+	+	Л, ПЗ, СРС	УО, Д, РС
Тема 6.	12	+	+	Л, ПЗ, СРС	УО, Д, РС
Тема 7.	12	+	+	Л, ПЗ, СРС	УО, Д, РС
Тема 8.	12	+	+	Л, ПЗ, СРС	УО, Д, РС
Итого за 3 семестр					
Промежуточная аттестация	18				
Итого по дисциплине	108				

Сокращения: Л– лекция, ПЗ – практическое занятие, ВК – входной контроль, СРС – самостоятельная работа студента, Д – доклад, УО – устный опрос, РС – решение ситуационных задач.

## 5.2 Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

Наименование темы (раздела) дисциплины	Л	ПЗ	С	ЛР	СРС	КР	Всего часов
семестр							
Тема 1. Название	1	2			6		9
Тема 2.	1	2			6		9
Тема 3.	2	4			6		12
Тема 4.	2	4			6		12
Тема 5.	2	4			6		12
Тема 6.	2	4			6		12
Тема 7.	2	4			6		12
Тема 8.	2	4			6		12
Итого за 3 семестр	14	28	–	–	48	–	90
Промежуточная аттестация							18
Итого по дисциплине							108

Сокращения: Л – лекции, ПЗ – практические занятия, С – семинары, ЛР – лабораторные работы, СРС – самостоятельная работа студента, КР – курсовая работа.

## 5.3 Содержание дисциплины

### Тема 1. Введение в элементную базу БАС

Классификация беспилотных авиационных систем (БАС). Преимущества и недостатки использования БАС. Тенденции развития и перспективы применения БАС. Элементная база электронных и микропроцессорных устройств БАС.

### Тема 2. Основы авиационной электроники

Принципы построения авиационных электронных систем. Основы радиоэлектроники и радиосвязи в авиации. Современные технологии проектирования и производства авиационной электроники.

### Тема 3. Аппаратные средства беспилотных летательных аппаратов (БЛА)

Структура и основные компоненты БЛА. Автопилоты и системы стабилизации. Бортовые вычислительные комплексы и системы навигации.

#### **Тема 4. Датчики и сенсоры в беспилотных авиационных системах**

Типы и принцип работы датчиков и сенсоров. Особенности применения датчиков в условиях авиационной среды. Интеграция датчиков и сенсоров в общую систему управления БЛА.

#### **Тема 5. Системы связи и передачи данных в беспилотных авиационных системах**

Беспроводные технологии связи. Системы передачи данных и видеoinформации. Защита информации и каналов связи в беспилотных авиационных системах.

#### **Тема 6. Аппаратные средства управления и контроля в беспилотных авиационных системах**

Устройства управления полетом. Системы контроля состояния БЛА. Автоматизированные системы диспетчерского управления.

#### **Тема 7. Техническое обслуживание и эксплуатация аппаратного обеспечения БЛА**

Методы технического обслуживания и ремонта. Организация эксплуатации и управления ресурсом аппаратного обеспечения. Безопасность и сертификация аппаратного обеспечения беспилотных авиационных систем.

#### **Тема 8. Инновационные технологии в области аппаратного обеспечения беспилотных авиационных систем**

Искусственный интеллект и машинное обучение в беспилотной авиации. Применение нанотехнологий в создании аппаратного обеспечения БЛА. Перспективы развития и инновационные направления в области аппаратного обеспечения беспилотных авиационных систем.

### **5.4 Практические занятия**

Номер темы дисциплины	Тематика практических занятий	Трудоемкость (часы)
1	Практическое занятие 1. Элементная база БАС	2
2	Практическое занятие 2. Основы авионики.	2
3	Практическое занятие 3. Аппаратные средства БЛА	4
4	Практическое занятие 4. Датчики и сенсоры.	4
5	Практическое занятие 5. Системы связи.	4
6	Практическое занятие 6. Аппаратные средства управления и контроля	4
7	Практическое занятие 7. ТО и эксплуатация аппаратного обеспечения БАС	2

Номер темы дисциплины	Тематика практических занятий	Трудоемкость (часы)
8	Практическое занятие 8. Искусственный интеллект и машинное обучение в беспилотной авиации	4
Итого по дисциплине		28

### 5.5 Лабораторный практикум

Лабораторный практикум учебным планом не предусмотрен.

### 5.6 Самостоятельная работа

Номер темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость (часы)
1	Повторение материалов лекции. Изучение теоретического материала [1-3, 5, 8]. Подготовка к устному опросу. Подготовка к письменной аудиторной работе. Подготовка доклада по выбранной теме.	6
2	Повторение материалов лекции. Изучение теоретического материала [1-6, 9-12]. Подготовка к устному опросу. Подготовка к письменной аудиторной работе. Подготовка доклада по выбранной теме.	6
3	Повторение материалов лекции. Изучение теоретического материала [4, 7, 8]. Подготовка к устному опросу. Подготовка к письменной аудиторной работе. Подготовка доклада по выбранной теме.	6
4	Повторение материалов лекции. Изучение теоретического материала [1-3]. Подготовка к устному опросу. Подготовка к письменной аудиторной работе. Подготовка доклада по выбранной теме.	6
5	Повторение материалов лекции. Изучение теоретического материала [5, 12]. Подготовка к устному опросу. Подготовка к письменной аудиторной работе. Подготовка доклада по выбранной теме.	6
6	Повторение материалов лекции. Изучение теоретического материала [1-3, 13]. Подготовка к устному опросу. Подготовка к письменной аудиторной работе. Подготовка доклада по выбранной теме.	6
7	Повторение материалов лекции. Изучение теоретического материала [1, 2, 5]. Подготовка к устному опросу. Подготовка к письменной аудиторной работе.	6



Номер темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость (часы)
	торной работе. Подготовка доклада по выбранной теме.	
8	Повторение материалов лекции. Изучение теоретического материала [1-6]. Подготовка к устному опросу. Подготовка к письменной аудиторной работе. Подготовка доклада по выбранной теме.	6
Итого по дисциплине		48

## 5.7 Курсовые работы

Курсовые работы учебным планом не предусмотрены.

## 6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### а) основная литература:

1. Биард, Р. У. Малые беспилотные летательные аппараты: теория и практика / Р. У. Биард, Т. У. МакЛэйн. — Москва : Техносфера, 2015. — 312 с. — ISBN 978-5-94836-393-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/76159> (дата обращения: 31.03.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Беспилотные летательные аппараты: учебное пособие / С. Н. Денисенко, А. Ю. Смирнов, А. М. Хрусталева, И. Г. Штеренберг. — Санкт-Петербург : СПбГТИ (ТУ), 2023. — 115 с. — URL: <https://e.lanbook.com/book/365894> (дата обращения: 31.03.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Шаошань, Л. Разработка беспилотных транспортных средств / Л. Шаошань ; научный редактор В. С. Яценков ; перевод с английского П. М. Бомбаковой. — Москва : ДМК Пресс, 2021. — 246 с. — ISBN 978-5-97060-969-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/240956> (дата обращения: 31.03.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Системы ориентации и наведения беспилотных летательных аппаратов : учебное пособие / В. В. Лентовский, Т. Н. Князева, А. В. Герт, Л. И. Васильева. — Санкт-Петербург : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2019. — 86 с. — ISBN 978-5-907054-78-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/157075> (дата обращения: 31.03.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

### б) дополнительная литература:

5. Шалыгин, А. С. Параметрические методы оптимизации в динамике полёта беспилотных летательных аппаратов : учебное пособие / А. С. Шалыгин, И. Л. Петрова, В. А. Санников. — Санкт-Петербург : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2010. — 126 с. — ISBN 978-5-85546-578-5. — Текст : электронный //

Лань : электронно-библиотечная система. — URL:

<https://e.lanbook.com/book/64107> (дата обращения: 31.03.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

6. Управление и наведение беспилотных маневренных летательных аппаратов на основе современных информационных технологий / К. К. Веремеенко, А. Н. Головинский, В. В. Инсаров, М. Н. Красильщиков ; под редакцией М. Н. Красильщикова, Г. Г. Себрякова. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2003. — 280 с. — ISBN 978-5-9221-0409-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/59331> (дата обращения: 31.03.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

7. Красильников, М. Н. Современные информационные технологии. В задачах навигации и наведения беспилотных маневренных летательных аппаратов : учебное пособие / М. Н. Красильников, Г. Г. Серебряков. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2009. — 557 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/2688> (дата обращения: 31.03.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

8. Погорелов, В. И. Беспилотные летательные аппараты: нагрузки и нагрев : учебное пособие для вузов / В. И. Погорелов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 191 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07627-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/538733> (дата обращения: 31.03.2024)

9. Стогний, В. В. Аэрогеофизика : учебное пособие для вузов / В. В. Стогний. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 242 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-14555-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/543258> (дата обращения: 31.03.2024).

10. Макаров, Л. М. Проектирование беспилотных транспортных средств : учебное пособие / Л. М. Макаров. — Санкт-Петербург : СПбГУТ им. М.А. Бонч-Бруевича, 2023. — 107 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/381488> (дата обращения: 31.03.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

11. Пузанов, А. В. Моделирование адаптивной подвески беспилотных транспортных средств : монография / А. В. Пузанов. — Ковров : КГТА имени В. А. Дегтярева, 2021. — 42 с. — ISBN 978-5-86151-677-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/223715> (дата обращения: 31.03.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

12. Бабеева, Е. Р. Создание и обработка проекта беспилотного летательного аппарата на цифровой фотограмметрической системе PHOTOMOD : методические указания / Е. Р. Бабеева, Н. П. Староста. — Новосибирск : СГУГиТ, 2022. — 32 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/317549> (дата обращения: 31.03.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

13. Шалыгин, А. С. Методы моделирования ситуационного управления движением беспилотных летательных аппаратов : учебно-методическое пособие / А. С. Шалыгин, Л. Н. Лысенко, О. А. Толпегин. — Москва : Машиностроение, 2012. — 584 с. — ISBN 978-5-94275-668-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/5807> (дата обращения: 31.03.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

в) перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

14. **Федеральная служба государственной статистики.** Официальный сайт. – Режим доступа: <http://www.gks.ru>, свободный (дата обращения 31.03.2024).

15. **Федеральное агентство воздушного транспорта: Росавиация.** Официальный сайт. – Режим доступа: <https://favt.gov.ru>, свободный (дата обращения 31.03.2024).

16. Электронная библиотека научных публикаций "eLIBRARY.RU" [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://elibrary.ru/>, свободный (дата обращения: 31.03.2024).

17. **Библиотека СПбГУ ГА** [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://spbguga.ru/objects/e-library/>, свободный (дата обращения 31.03.2024).

г) программное обеспечение (лицензионное), базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

18. **Консультант Плюс** [Электронный ресурс]: официальный сайт компании Консультант Плюс. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru/>, свободный (дата обращения 31.03.2024).

19. **Гарант** [Электронный ресурс] официальный сайт компании Гарант. - Режим доступа: <http://www.aero.garant.ru> , свободный (дата обращения 31.03.2024)

## 7 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для обеспечения образовательного процесса материально-техническими ресурсами используются аудитории №800 - 805, оборудованные компьютерами и проектором, материалы сети Internet, мультимедийные курсы, оформленные с помощью Microsoft Power Point, используются при проведении лекционных и практических занятий.

Наименование дисциплины	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
-------------------------	---	---	---

Практикум по системам автоматизированного проектирования и моделирования беспилотных авиационных систем	801	Комплект учебной мебели: компьютерные столы, стулья персональные компьютеры с доступом в сеть Интернет, проектор, учебная доска	Microsoft Windows Office Professional Plus 2007 (лицензия № 43471843) VirtualBox (GPL v2) Anaconda3 (BSD license) Scilab (CeCILL) LogiSim (GNU GPL) Visual Studio Community Microsoft Windows Office Professional Plus 2007 (лицензия № 43471843) VisualStudioCommunity (Бесплатноелицензионноеоголашение) LogiSim (GNU GPL) Oracle Linux (GPL) Kaspersky Anti-Virus Suite (лицензия № 1D0A170720092603110550)
---	-----	--	--

## 8 Образовательные и информационные технологии

В рамках изучения дисциплины предполагается использовать следующие образовательные технологии.

Входной контроль проводится преподавателем в начале изучения дисциплины с целью коррекции процесса усвоения обучающимися дидактических единиц при изучении базовых дисциплин.

Лекция составляет основу теоретического обучения в рамках дисциплины и направлена на систематизированное изложение накопленных и актуальных научных знаний. Лекция предназначена для раскрытия состояния и перспектив развития экономических знаний в современных условиях. На лекции концентрируется внимание обучающихся на наиболее сложных и узловых вопросах, стимулируется их активная познавательная деятельность.

Ведущим методом в лекции выступает устное изложение учебного материала, который сопровождается одновременной демонстрацией слайдов, при необходимости привлекаются открытые Интернет-ресурсы, а также демонстрационные и наглядно-иллюстрационные материалы и практические примеры.

Цель практических занятий – закрепить теоретические знания, полученные обучающимися на лекциях и в результате самостоятельного изучения соответствующих тем, а также приобрести начальные практические навыки. Рассматриваемые в рамках практического занятия задачи, ситуации, примеры и проблемы имеют профессиональную направленность и содержат элементы, необходимые для формирования компетенций в рамках подготовки обучающихся. Практические занятия предусматривают участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Практические занятия по дисциплине являются составляющими практической подготовки обучающихся, так как предусматривают их участие в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Самостоятельная работа обучающихся является составной частью учебной работы. Ее основной целью является формирование навыка самостоятельного приобретения знаний по некоторым вопросам теоретического курса, закрепление и углубление полученных знаний, самостоятельная работа со справочниками, периодическими изданиями и научно-популярной литературой.

Самостоятельная работа включает выполнение учебных заданий, в том числе и индивидуальных.

### **9 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины**

Уровень и качество знаний обучающихся оцениваются по результатам текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

Оценочные средства включают: решение ситуационных задач, письменную аудиторную работу, задания, выдаваемые на самостоятельную работу по темам дисциплины (подготовка докладов), устный опрос пройденного материала.

Устный опрос проводится на практических занятиях с целью контроля усвоения теоретического материала, излагаемого на лекции.

Обсуждение докладов обучающихся проходит в рамках практических занятий по темам дисциплины. Преподаватель, как правило, выступает в роли консультанта при заслушивании докладов, осуществляет контроль полученных обучающимися результатов. Преподаватель следит, чтобы выступление не сводилось к простому воспроизведению текста. Выступление должно строиться свободно, убедительно и аргументировано. При этом обучающийся может обращаться к своим записям, приводить выдержки из периодической печати, сайтов интернета и т. д.

Решение ситуационных задач представляет собой практическое применение теоретических знаний к конкретной хозяйственной ситуации (совокупности хозяйственных операций, осуществляемых в рамках организации).

Письменная аудиторная работа выполняется обучающимися на практических занятиях по индивидуальным вариантам на основании задания, выдаваемого преподавателем по соответствующей теме дисциплины и представляет собой оценку практического применения полученных теоретических знаний.

Контроль выполнения задания, выполняемого на практических занятиях, преследует собой цель своевременного выявления плохо усвоенного материала дисциплины для последующей корректировки.

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проводится в виде зачета с оценкой в 3 семестре. К моменту сдачи зачета должны быть успешно пройдены предыдущие формы контроля.

Зачет позволяет оценить уровень освоения компетенций за весь период изучения дисциплины. Билет включает два теоретических вопроса и задачу.

### **9.1. Балльно-рейтинговая система оценки текущего контроля успеваемости и знаний и промежуточной аттестации студентов**

Не применяется.

### **9.2 Методические рекомендации по проведению процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Устный опрос оценивается следующим образом:

«зачтено»: обучающийся дает ответ на поставленный вопрос по существу и правильно отвечает на уточняющие вопросы;

«не зачтено»: обучающийся отказывается отвечать на поставленный вопрос, либо отвечает на него неверно и при формулировании дополнительных (вспомогательных) вопросов.

Решение ситуационных задач оценивается:

«зачтено»: обучающийся самостоятельно правильно решает задачу, дает обоснованную оценку по итогу решения;

«не зачтено»: обучающийся отказывается от выполнения задачи или не способен ее решить самостоятельно, а также с помощью преподавателя.

Доклад:

«зачтено»: грамотное и непротиворечивое изложение сути вопроса при использовании современных источников. Обучающийся способен сделать обоснованные выводы, а также уверенно отвечать на заданные в ходе обсуждения вопросы;

«не зачтено»: неудовлетворительное качество изложения материала и неспособность обучающегося сделать обоснованные выводы или рекомендации.

Письменная аудиторная работа:

«зачтено»: работа зачитывается в том случае, если задание выполнено полностью, в соответствии с поставленными требованиями и сделаны необходимые выводы;

«не зачтено»: работа не зачитывается в том случае, если обучающийся не выполнил задания, или результат выполнения задания не соответствует поставленным требованиям, а в заданиях и (или) ответах имеются существенные ошибки.

### **9.3 Темы курсовых работ (проектов) по дисциплине**

В учебном плане курсовых работ не предусмотрено.

#### 9.4 Контрольные вопросы для проведения входного контроля остаточных знаний по обеспечивающим дисциплинам

1. Дать классификацию программного обеспечения БАС.
2. Перечислить аппаратные средства БАС и дать им краткую характеристику.
3. Какие типы навигационных систем используются в БЛА?
4. Назовите функции, выполняемые полетным контроллером БЛА.

#### 9.5 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Компетенции	Показатели оценивания (индикаторы достижения) компетенций	Критерии оценивания
I этап		
ПК-3	ИД <sub>ПК-3</sub> <sup>1</sup> ИД <sub>ПК-3</sub> <sup>2</sup>	<p><b>ЗНАТЬ:</b> Основные принципы работы беспилотных авиационных систем Алгоритмы функционирования беспилотных авиационных систем Особенности систем управления и навигации различных типов БПЛА</p> <p><b>УМЕТЬ:</b> Анализировать научные достижения в области беспилотной авиации Разрабатывать и применять современные методы решения профессиональных задач для беспилотных авиационных систем Оценивать эффективность используемых подходов и методов</p>
ПК-4	ИД <sub>ПК-4</sub> <sup>1</sup> ИД <sub>ПК-4</sub> <sup>2</sup>	<p><b>ВЛАДЕТЬ:</b> Навыками критического анализа научных достижений в области беспилотных авиационных систем Методами разработки и внедрения современных подходов и решений в области аэронавигационного обеспечения Порядком тестирования и оценки работы систем беспилотной авиации</p>
II этап		
ПК-3	ИД <sub>ПК-3</sub> <sup>1</sup> ИД <sub>ПК-3</sub> <sup>2</sup>	<p><b>ЗНАТЬ:</b></p> <p>Основные принципы функционирования беспилотных авиационных систем.</p> <p>Алгоритмы обработки данных и принятия решений в беспилотных авиационных системах.</p> <p>Особенности систем управления и навигации беспилотных летательных аппаратов различных типов.</p> <p><b>УМЕТЬ:</b></p> <p>Анализировать данные, полученные с беспилотных авиационных систем, и выбирать наиболее подходящие</p>

Компетенции	Показатели оценивания (индикаторы достижения) компетенций	Критерии оценивания
		<p>алгоритмы обработки.</p> <p>Разрабатывать и внедрять алгоритмы функционирования беспилотных авиационных систем на основе машинного обучения и искусственного интеллекта.</p> <p>Оценивать эффективность разработанных алгоритмов и вносить необходимые корректировки.</p>
ПК-4	<p>ИД<sup>1</sup><sub>ПК-4</sub></p> <p>ИД<sup>2</sup><sub>ПК-4</sub></p>	<p><b>ВЛАДЕТЬ:</b></p> <p>Навыками программирования и разработки программного обеспечения для беспилотной авиации.</p> <p>Методами тестирования и оценки качества работы алгоритмов функционирования беспилотных систем.</p> <p>Технологиями и инструментарием для работы с большими объемами данных, полученными от беспилотных авиационных систем.</p>

#### Шкала оценивания при проведении промежуточной аттестации

*«Отлично»* выставляется обучающемуся, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания по рассматриваемой компетенции и умение уверенно применять их на практике при решении задач, свободное и правильное обоснование принятых решений. Отвечая на вопрос, может быстро и безошибочно проиллюстрировать ответ собственными примерами. Обучающийся самостоятельно правильно решает задачу, дает обоснованную оценку итогам решения.

*«Хорошо»* выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задачи некоторые неточности, хорошо владеет всем содержанием, видит взаимосвязи, но не всегда делает это самостоятельно без помощи преподавателя. Обучающийся решает задачу верно, но при помощи преподавателя.

*«Удовлетворительно»* выставляется обучающемуся, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он владеет основными разделами учебной программы в рамках заданной компетенции, необходимыми для дальнейшего обучения и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации. Отвечает только на конкретный вопрос, соединяет знания из разных разделов курса только при наводящих вопросах преподавателя. Ситуационная задача решена не полностью, или содержатся незначительные ошибки в расчетах.



*«Неудовлетворительно»* выставляется обучающемуся, который не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины в рамках компетенций, допускает грубые ошибки в формулировках основных понятий дисциплины и не умеет использовать полученные знания при решении типовых практических задач. Не раскрыты глубина и полнота при ответах. Задача не решена даже при помощи преподавателя.

## **9.6 Типовые контрольные задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам обучения по дисциплине**

### **9.6.1 Примерные контрольные задания для проведения текущего контроля успеваемости**

#### **Примерный перечень вопросов устного опроса**

1. Какие типы беспилотных авиационных систем существуют и какие особенности аппаратного обеспечения у них присутствуют?
2. Какие компоненты входят в аппаратное обеспечение беспилотных авиационных систем и как они взаимодействуют между собой?
3. Какие требования предъявляются к аппаратному обеспечению беспилотных авиационных систем в зависимости от их функционального назначения (наблюдение, разведка, доставка грузов и т.д.)?
4. Какие технологии используются для обеспечения беспилотных авиационных систем и какие преимущества они предоставляют?
5. Каковы основные принципы построения аппаратного обеспечения беспилотных авиационных систем с точки зрения энергоэффективности и надежности?
6. Какие методы тестирования и проверки аппаратного обеспечения беспилотных авиационных систем используются для обеспечения их корректной работы?
7. Какие проблемы могут возникнуть при проектировании и эксплуатации аппаратного обеспечения беспилотных авиационных систем и как их можно решить?
8. Какие требования к квалификации специалистов, занимающихся разработкой и обслуживанием аппаратного обеспечения беспилотных авиационных систем, предъявляются на современном этапе развития технологий?
9. Какие перспективы развития аппаратного обеспечения беспилотных авиационных систем можно выделить на ближайшие годы и какие вызовы ожидают специалистов в этой области?

10. Какие инновационные подходы и технологии могут быть применены для улучшения аппаратного обеспечения беспилотных авиационных систем в будущем?

#### **Темы докладов**

1. Анализ современных технологий в области беспилотных авиационных систем - данное исследование предполагает анализ основных технических решений, используемых в современных беспилотных авиационных системах, и оценку их эффективности и перспективности.

2. Проектирование и разработка аппаратного обеспечения для беспилотных летательных аппаратов - в рамках данного доклада будет рассмотрено проектирование и разработка аппаратного обеспечения для беспилотных летательных аппаратов с учетом специфики и требований данной области.

3. Сравнительный анализ процессорных платформ для беспилотных авиационных систем - данное исследование предполагает сравнительный анализ различных процессорных платформ, применяемых в беспилотных авиационных системах, с целью определения их преимуществ и недостатков.

4. Использование беспилотных авиационных систем в военных целях: особенности аппаратного обеспечения - в рамках данного доклада будет рассмотрено использование беспилотных авиационных систем в военных целях, а также особенности аппаратного обеспечения, необходимые для решения задач военного назначения.

5. Интеграция беспилотных авиационных систем в гражданское воздушное пространство: технические аспекты - данное исследование предполагает рассмотрение технических аспектов интеграции беспилотных авиационных систем в гражданское воздушное пространство, а также выявление основных проблем и способов их решения.

6. Аппаратное обеспечение системы управления беспилотным летательным аппаратом - в рамках данного доклада будет рассмотрено аппаратное обеспечение системы управления беспилотным летательным аппаратом, включая основные компоненты и принципы работы.

7. Применение нейросетевых технологий в беспилотных авиационных системах: аппаратные решения - данное исследование предполагает изучение при-

менения нейросетевых технологий в беспилотных авиационных системах с учетом особенностей аппаратных решений.

8. Обзор средств связи и навигации в беспилотных авиационных системах - в рамках данного доклада будет проведен обзор основных средств связи и навигации, используемых в беспилотных авиационных системах, и оценена их эффективность и надежность.

9. Анализ методов обнаружения и избегания столкновений для беспилотных летательных аппаратов - данное исследование предполагает анализ основных методов обнаружения и избегания столкновений для беспилотных летательных аппаратов, а также оценку их применимости и эффективности.

10. Тестирование и верификация аппаратного обеспечения беспилотной авиационной системы - в рамках данного доклада будет рассмотрено тестирование и верификация аппаратного обеспечения беспилотной авиационной системы, включая основные методы и технические аспекты данной задачи.

### **Типовые ситуационные задачи**

1. Во время полета беспилотного летательного аппарата (БЛА) произошел сбой в работе одного из датчиков высоты. Какие шаги необходимо предпринять для обеспечения безопасного приземления БЛА? Пояснение: задача позволяет студентам продемонстрировать знания о работе датчиков высоты, а также умение принимать решения в критических ситуациях. Студенты должны предложить методы для коррекции данных датчика, а также способы компенсации его отказа для обеспечения безопасного приземления БЛА.

2. При разработке нового беспилотного летательного аппарата возникла необходимость выбора оптимальной системы навигации. Какие факторы следует учитывать при выборе системы навигации для конкретного типа БЛА? Пояснение: задача направлена на развитие у студентов умения анализировать требования конкретной задачи и выбирать оптимальное техническое решение на основе знаний о различных системах навигации, их характеристиках и применимости к конкретным условиям эксплуатации.

3. В ходе испытаний нового БЛА выявлено, что при работе двигателя происходят неравномерные колебания частоты вращения винта. Какие меры можно предпринять для устранения этой проблемы? Пояснение: задача позволяет студентам продемонстрировать знания о принципах работы двигателей, а также умение анализировать и устранять технические проблемы. Студентам предстоит предложить методы диагностики неисправности двигателя, а также способы ее устранения с целью обеспечения стабильной работы винта.

4. В рамках разработки нового БЛА необходимо выбрать оптимальный тип аккумулятора для обеспечения длительного времени полета. Какие технические и эксплуатационные характеристики следует учитывать при выборе аккумулятора? Пояснение: задача направлена на развитие у студентов умения

анализировать требования к питанию БЛА и выбирать оптимальные источники энергии на основе знаний о различных типах аккумуляторов, их емкости, веса, технических характеристик и эксплуатационных особенностей.

5. В процессе эксплуатации БЛА было выявлено, что система автоматического управления неустойчива при выполнении определенного типа маневров. Какие методы можно применить для оптимизации работы системы автоматического управления? Пояснение: задача позволяет студентам продемонстрировать знания о принципах работы систем автоматического управления, а также умение анализировать и оптимизировать их работу в различных условиях эксплуатации. Студентам предстоит предложить методы настройки параметров системы управления, а также способы компенсации ее неустойчивости при выполнении определенных маневров.

### **Примерный вариант письменной аудиторной работы**

1. Анализ аппаратных компонентов беспилотных авиационных систем:

- Сравнительный анализ процессоров, используемых в беспилотных авиационных системах, и их характеристики.
- Исследование технологий хранения данных в беспилотных авиационных системах: сравнение SSD и HDD, их преимущества и недостатки.
- Оценка использования специализированных видеокарт в беспилотных авиационных системах и их влияние на обработку видеоданных.

2. Оценка надежности и безопасности аппаратного обеспечения:

- Анализ методов обеспечения надежности и безопасности микроконтроллеров, используемых в беспилотных авиационных системах.
- Исследование аппаратных механизмов обеспечения безопасности передачи данных в беспилотных авиационных системах.
- Анализ систем контроля и управления аппаратным обеспечением беспилотных авиационных систем с точки зрения надежности и безопасности.

3. Исследование аппаратного обеспечения для автономного управления беспилотными авиационными системами:

- Анализ аппаратных компонентов для реализации автономного управления в условиях ограниченной вычислительной мощности.
- Оценка аппаратного обеспечения для реализации системы компьютерного зрения в беспилотных авиационных системах.
- Исследование использования специализированных вычислительных устройств, таких как FPGA, для обработки данных в реальном времени.

4. Сравнительный анализ аппаратного обеспечения различных типов беспилотных авиационных систем:

- Исследование аппаратного обеспечения для мультикоптеров, его особенности и применение.

- Анализ аппаратного обеспечения для фиксированных крылатых беспилотных авиационных систем: сравнение средств навигации, управления и связи.

- Оценка аппаратного обеспечения для беспилотных вертолетов и его специфика.

5. Анализ требований к аппаратному обеспечению беспилотных авиационных систем в условиях экстремальных температур и вибрации:

- Исследование требований к температурному режиму работы аппаратного обеспечения беспилотных авиационных систем.

- Оценка влияния вибрации на работоспособность аппаратного обеспечения беспилотных авиационных систем.

- Анализ методов защиты аппаратного обеспечения от экстремальных условий эксплуатации.

6. Исследование перспектив развития аппаратного обеспечения для беспилотных авиационных систем:

- Анализ новейших технологий процессоров и микроконтроллеров, специализированных для применения в беспилотных авиационных системах.

- Оценка перспектив использования квантовых вычислений в аппаратном обеспечении беспилотных авиационных систем.

- Исследование трендов в развитии аппаратного обеспечения для беспилотных авиационных систем и их потенциальное влияние на отрасль.

### **9.6.2 Контрольные вопросы промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины**

1. Основные принципы построения аппаратуры беспилотных авиационных систем.

2. Сравнительный анализ аппаратного обеспечения беспилотных авиационных систем различных производителей.

3. Технологии и методы обеспечения беспилотных авиационных систем высокой степени автономности.

4. Роль и значение датчиков в аппаратуре беспилотных авиационных систем.

5. Принципы построения и функциональное назначение автопилотов в беспилотных авиационных системах.

6. Аппаратное обеспечение систем управления беспилотными летательными аппаратами.

7. Принципы и методы обеспечения беспилотных авиационных систем высокой степени безопасности.

8. Аппаратное обеспечение систем навигации и позиционирования в беспилотных авиационных системах.

9. Принципы построения и функциональное назначение бортовых вычислительных комплексов в беспилотных авиационных системах.

10. Аппаратное обеспечение систем передачи и приема данных в беспилотных авиационных системах.

11. Технологии и методы обеспечения беспилотных авиационных систем высокой степени энергоэффективности.

12. Принципы построения и функциональное назначение системы питания в беспилотных авиационных системах.

13. Аппаратное обеспечение систем дистанционного управления беспилотными летательными аппаратами.

14. Проблемы и перспективы развития аппаратного обеспечения беспилотных авиационных систем.

15. Влияние аппаратного обеспечения на характеристики и возможности беспилотных авиационных систем.

### **Типовые задачи для проведения промежуточной аттестации**

1. Анализ архитектуры бортовых компьютерных систем беспилотных летательных аппаратов, включая оценку их производительности, надежности и энергопотребления.

2. Оценка технических характеристик и особенностей применения инерциальных навигационных систем в беспилотных авиационных системах.

3. Исследование методов обеспечения бесперебойной связи с беспилотным летательным аппаратом, включая анализ протоколов передачи данных и технологий беспроводной связи.

4. Анализ методов и средств обнаружения и избегания столкновений для беспилотных авиационных систем, включая радиолокационные и оптические системы.

5. Оценка методов автоматического управления беспилотными летательными аппаратами, включая алгоритмы стабилизации, навигации и управления полетом.

6. Анализ методов и средств обеспечения качества и надежности работы бортовых систем беспилотных летательных аппаратов, включая системы диагностики и самодиагностики.

7. Исследование методов и технологий энергоснабжения беспилотных авиационных систем, включая анализ современных и перспективных источников питания.

8. Оценка методов и средств защиты информации, хранимой и передаваемой в бортовых системах беспилотных летательных аппаратов, включая криптографические методы и протоколы защиты данных.

9. Анализ методов и технологий автоматизированного тестирования и диагностики бортовых систем беспилотных авиационных систем.

10. Исследование методов и средств обеспечения безопасности полетов беспилотных летательных аппаратов, включая анализ систем предупреждения о погодных условиях и аварийных ситуациях.

## **10 Методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины**

Методика преподавания дисциплины «Аппаратное обеспечение беспилотных авиационных систем» характеризуется совокупностью методов, приемов и средств обучения, обеспечивающих реализацию содержания и учебно-воспитательных целей дисциплины, которая может быть представлена как некоторая методическая система, включающая методы, приемы и средства обучения. Такой подход позволяет более качественно подойти к вопросу освоения дисциплины обучающимися.

Учебные занятия начинаются и заканчиваются по времени в соответствии с утвержденным режимом СПб ГУГА в аудиториях согласно семестровым расписаниям теоретических занятий. На занятиях, предусмотренных расписанием, обязаны присутствовать все обучающиеся.

Лекции являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся по дисциплинам. Лекция имеет целью дать систематизированные основы научных знаний по дисциплине, раскрыть состояние и перспективы прогресса конкретной области науки и экономики, сконцентрировать внимание на наиболее сложных и узловых вопросах. Эта цель определяет дидактическое назначение лекции, которое заключается в том, чтобы ознакомить обучающихся с основным содержанием, категориями, принципами и закономерностями изучаемой темы и предмета обучения в целом, его главными идеями и направлениями развития. Именно на лекции формируется научное мировоззрение обучающегося, закладываются теоретические основы фундаментальных знаний будущего управленца, стимулируется его активная познавательная деятельность, решается целый ряд вопросов воспитательного характера.

Каждая лекция должна представлять собой устное изложение лектором основных теоретических положений изучаемой дисциплины или отдельной темы как логически законченное целое и иметь конкретную целевую установку. Особое место в лекционном курсе по дисциплине занимают вводная и заключительная лекции.

Вводная лекция должна давать общую характеристику изучаемой дисциплины, подчеркивать новизну проблем, указывать ее роль и место в системе изучения других дисциплин, раскрывать учебные и воспитательные цели и кратко знакомить обучающихся с содержанием и структурой курса, а также с организацией учебной работы по нему. Заключительная лекция должна давать научно-практическое обобщение изученной дисциплины, показывать перспективы развития изучаемой области знаний, навыков и практических умений.

Практические занятия проводятся в целях выработки практических умений и приобретения навыков при решении управленческих задач. Основным содержанием этих занятий является практическая работа каждого обучающегося. Назначение практических занятий – закрепление, углубление и комплексное применение на практике теоретических знаний, выработка умений и навыков обучающихся в решении практических задач. Вместе с тем, на этих

занятиях, осуществляется активное формирование и развитие навыков и качеств, необходимых для последующей профессиональной деятельности. Практические занятия проводятся по наиболее сложным вопросам дисциплины и имеют целью углубленно изучить ее содержание, привить обучающимся навыки самостоятельного поиска и анализа информации, умение делать обоснованные выводы, аргументировано излагать и отстаивать свое мнение. Каждое практическое занятие заканчивается, как правило, кратким подведением итогов, указаниями преподавателя о последующей самостоятельной работе.

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проводится в виде зачета с оценкой в 3 семестре. К моменту сдачи зачета должны быть успешно пройдены предыдущие формы контроля. Зачет позволяет оценить уровень освоения компетенций за весь период изучения дисциплины.



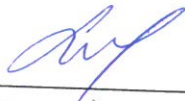
Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 25.04.03 Аэронавигация.

Программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры № 14 «Аэродинамики и динамики полета»

«13» марта 20 24 года, протокол № 8.

Разработчик:

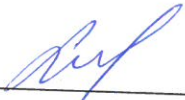
К.Т.Н.

  
(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы заведующего кафедрой)

Ю.В. Земсков

И.о. заведующего кафедрой № 8 «Прикладной математики и информатики»

К.Т.Н.

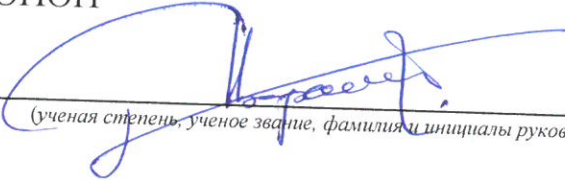
  
(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы заведующего кафедрой)

Ю.В. Земсков

Программа согласована:

Руководитель ОПОП

К.Т.Н., доцент

  
(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы руководителя ОПОП)

Н.Е. Баранов

Программа рассмотрена и согласована на заседании Учебно-методического совета Университета «17» апреля 20 24 года, протокол № 7.