

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования  
"САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ"

Кафедра № 32

УТВЕРЖДАЮ  
Руководитель образовательной программы  
К.Т.Н., доц.  
(должность, уч. степень, звание)  
С.В. Солёный  
(инициалы, фамилия)  
(подпись)  
«17» февраля 2025 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Технологии производства современных БАС и их систем»  
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	15.03.06
Наименование направления подготовки/ специальности	Мехатроника и робототехника
Наименование направленности	Цифровой инжиниринг робототехнических комплексов
Форма обучения	очная
Год приема	2025

Санкт-Петербург– 2025

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

Доц., к.т.н.  
(должность, уч. степень, звание)

  
(подпись, дата)

А.И. Савельев  
(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 32

«17» февраля 2025 г, протокол № 5

Заведующий кафедрой № 32


к.т.н., доц.  
(уч. степень, звание)

  
(подпись, дата)

С.В. Солёный  
(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №3 по методической работе

Ст. преп.  
(должность, уч. степень, звание)

  
(подпись, дата)

Н.В. Решетникова  
(инициалы, фамилия)

## Аннотация

Дисциплина «Технологии производства современных БАС и их систем» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/ специальности 15.03.06 «Мехатроника и робототехника» направленности «Цифровой инжиниринг робототехнических комплексов». Дисциплина реализуется кафедрой «№32».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-7 «Способен эксплуатировать робототехнические системы и комплексы»

ПК-8 «Способен организовывать материальное и документальное обеспечение ремонта робототехнических систем и комплексов»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с исследованием, проектированием, производством и эксплуатационным обеспечением современных беспилотных авиационных систем (БАС). Предметная область включает рассмотрение принципов построения летательных аппаратов, их бортовых систем, технологий изготовления конструкций, алгоритмов управления, интеграции полезной нагрузки, а также процессов испытаний, технического обслуживания и обеспечения жизненного цикла БАС.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, практические занятия.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме дифференцированного зачета.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 2 зачетных единицы, 72 часа.

Язык обучения по дисциплине «русский».

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

### 1.1. Цели преподавания дисциплины

Цель преподавания дисциплины заключается в формировании у обучающихся системного представления о принципах разработки, проектирования, технологической подготовки и производства беспилотных авиационных систем, а также в освоении современных подходов к интеграции их бортовых и наземных подсистем. Дисциплина направлена на получение обучающимися необходимых знаний, умений и навыков в области жизненного цикла БАС, современных технологий изготовления конструкций, методов организации производственных процессов, обеспечения качества и безопасности, а также взаимодействия междисциплинарных инженерных команд. Преподавание дисциплины обеспечивает поддерживающую образовательную среду для развития у обучающихся навыков инженерного анализа, принятия технических решений, работы с нормативно-технической документацией и применения современных инженерных практик в области создания и эксплуатации БАС.

1.2. Дисциплина входит в состав части, формируемой участниками образовательных отношений, образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

1.3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП ВО.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями или их частями. Компетенции и индикаторы их достижения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

Категория (группа) компетенции	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Профессиональные компетенции	ПК-7 Способен эксплуатировать робототехнические системы и комплексы	ПК-7.3.1 знает принципы работы, технические характеристики и особенности эксплуатации мехатронных систем и робототехнических комплексов ПК-7.У.1 умеет эксплуатировать и осуществлять проверку качества работы мехатронных и робототехнических систем
Профессиональные компетенции	ПК-8 Способен организовывать материальное и документальное обеспечение ремонта робототехнических систем и комплексов	ПК-8.3.1 знает отраслевые нормативы, определяющие требования к параметрам и режимам работы мехатронных и робототехнических систем

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина может базироваться на знаниях, ранее приобретенных обучающимися при изучении следующих дисциплин:

- «Материаловедение»,
- «Электротехника»,
- «Электроника и электроника»,
- «Соппротивление материалов»,
- «Информационно-измерительные системы»,
- «Инженерная графика».

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и используются при изучении других дисциплин:

- «Теория автоматического управления»,
- «Проектирование мехатронных и робототехнических систем»,
- «Детали машин и основы конструирования».

### 3. Объем и трудоемкость дисциплины

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам
		№8
1	2	3
<b>Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)</b>	2/ 72	2/ 72
<b>Из них часов практической подготовки</b>	10	10
<b>Аудиторные занятия, всего час.</b>	20	20
в том числе:		
лекции (Л), (час)	10	10
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	10	10
лабораторные работы (ЛР), (час)		
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)		
<b>Самостоятельная работа, всего (час)</b>	52	52
<b>Вид промежуточной аттестации:</b> зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	Дифф. Зач.	Дифф. Зач.

Примечание: \*\* кандидатский экзамен

### 4. Содержание дисциплины

#### 4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий.

Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 8					
Модуль 1: Введение в БАС	1	1			6
Модуль 2: Правовое регулирование (обеспечение безопасности в сфере БАС - соблюдением требований нормативных и правовых актов, регламентирующих обеспечение правил и норм безопасности в сфере БАС)	1	1			6
Модуль 3: Сквозное проектирование (разработка требований и ограничений к технической части; оценка рисков реализации проекта, разработка первичных сценариев эксплуатации, формирование технического задания на разработку проекта)	2	2			6

Модуль 4: Основы конструкции, аэродинамика БАС и ВМГ	1	1			6
Модуль 5: Системы управления БАС	1	1			6
Модуль 6: Целевое навесное оборудование БАС	1	1			6
Модуль 7: Компонировка и основы 3D-моделирования БВС	1	1			6
Модуль 8: Симуляция и отработка целевых задач	2	2			6
Итого в семестре:	10	10			52
Итого	10	10	0	0	52

Практическая подготовка заключается в непосредственном выполнении обучающимися определенных трудовых функций, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

#### 4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий.

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
Модуль 1: Введение в БАС	Тема 1.1 Понятие и классификация БАС Тема 1.2 Введение в аэродинамику: аэродинамические схемы и особенности БАС Тема 1.3 Современный рынок технологий и перспективы развития БАС
Модуль 2: Правовое регулирование (обеспечение безопасности в сфере БАС - соблюдением требований нормативных и правовых актов, регламентирующих обеспечение правил и норм безопасности в сфере БАС)	Тема 2.1 Правовая база использования БАС в РФ Тема 2.2 Требования к регистрации и сертификации БАС Тема 2.3 Обеспечение информационной и физической безопасности при эксплуатации БАС Тема 2.4 Соблюдение требований нормативных актов при проектировании и тестировании
Модуль 3: Сквозное проектирование (разработка требований и ограничений к технической части; оценка рисков реализации проекта, разработка первичных сценариев эксплуатации, формирование технического задания на разработку проекта)	Тема 3.1 Области применения БАС и формулирование целевых задач Тема 3.2 Формирование требований: от бизнеса к техническим характеристикам Тема 3.3 Сценарии эксплуатации и жизненный цикл БАС Тема 3.4 Управление рисками и организация НИОКР/ОКР Тема 3.5 Формирование технического задания на разработку БАС
Модуль 4: Основы конструкции, аэродинамика БАС и ВМГ	Тема 4.1 Общая конструкция и компоновка БВС Тема 4.2 Основы аэродинамики и лётные характеристики БВС Тема 4.3 Прочность, жёсткость и расчёт конструкции БВС Тема 4.4 Силовые установки БВС: двигатели и регуляторы Тема 4.5 Энергосистема БВС: аккумуляторы и расчёт энергобаланса

Модуль 5: Системы управления БАС	Тема 5.1 Архитектура системы управления БВС Тема 5.2 Полётный контроллер и бортовые сенсоры Тема 5.3 Системы связи и передачи данных БАС Тема 5.4 Программное обеспечение бортовой системы управления Тема 5.5 Настройка и конфигурирование системы управления
Модуль 6: Целевое навесное оборудование БАС	Тема 6.1 Типы целевой нагрузки БВС Тема 6.2 Интеграция навесного оборудования с бортовой системой Тема 6.3 Требования к массогабаритным характеристикам и центровке
Модуль 7: Компоновка и основы 3D-моделирования БВС	Тема 7.1 Принципы компоновки БВС Тема 7.2 Инструменты 3D-моделирования для БАС: САПР Тема 7.3 Создание цифрового двойника БВС
Модуль 8: Симуляция и отработка целевых задач	Тема 8.1 Типы симуляторов БАС Тема 8.2 Экспорт 3D-моделей в среды симуляции Тема 8.3 Настройка физических параметров в симуляторе Тема 8.4 Интеграция ПО автопилота с симулятором Тема 8.5 Разработка сценариев симуляции Тема 8.6 Тестирование алгоритмов управления в симуляции Тема 8.7 Отработка целевых задач в виртуальной среде Тема 8.8 Анализ результатов симуляции и формирование отчёта Тема 8.9 Интеграция аналоговых видеопотоков в ПО наземной станции

#### 4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 8					
1	Классификация 5 предложенных БАС по функционалу и архитектуре.	ЛР	1	1	1
2	Анализ трёх аэродинамических схем БВС	ЛР	1	1	2
3	Определение: нужно ли регистрировать конкретные примеры БАС и по каким правилам	ЛР	1	1	3

4	Разбор 3 сценариев типовых инцидентов	ЛР	1	1	4
5	Формулирование бизнес-требований по выбранному кейсу (мониторинг ЛЭП / доставка / аэрофотосъёмка) и преобразование их в технические характеристики БАС	ЛР	1	1	5
6	Заполнение шаблона ТЗ: назначение, основные параметры, условия эксплуатации	ЛР	1	1	6
7	Построение упрощённой модели корпуса БАС	ЛР	2	2	7
8	Экспорт созданной модели в выбранный симулятор (Gazebo/Unreal/Isaac) и настройка физических параметров и масс	ЛР	2	2	8
Всего			10		

#### 4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Учебным планом не предусмотрено				
Всего				

#### 4.5. Курсовое проектирование/ выполнение курсовой работы

Учебным планом не предусмотрено

#### 4.6. Самостоятельная работа обучающихся

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 8, час
1	2	3
Изучение теоретического материала	15	15



дисциплины (ТО)		
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	10	10
Домашнее задание (ДЗ)	15	15
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	12	12
Всего:	52	52

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)  
Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. 7-11.

6. Перечень печатных и электронных учебных изданий  
Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.  
Таблица 8— Перечень печатных и электронных учебных изданий

Шифр/ URL адрес	Библиографическая ссылка	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
	Федотовских А.В. Особенности разработки и эксплуатации гражданских беспилотных авиационных систем с технологиями искусственного интеллекта в Арктической зоне РФ: монография. – М.: Домино, 2022. – 212 с. ISBN 978-5-00180-451-2	
	Чернопятков А.М. Беспилотные авиационные системы: учебник. – М.: Директ-Медиа, 2024. – 188 с. ISBN 978-5-4497-4528-6.	
	Цифровые двойники в высокотехнологичной промышленности: монография / под ред. А.И. Боровкова. – СПб.: Политех-Пресс, 2022. – 492 с. ISBN 978-5-7422-8006-4	
	Дмитриев В.М., Губанов В.Н., Шерстобитов А.В. Цифровые двойники: учебное пособие. – Томск: Изд-во ТУСУР, 2024. – 88 с.	
	Зарапина Л.В., Белокопытова Н.Ю. Правовое регулирование полётов беспилотных летательных аппаратов:	

	перспективы, новации, проблемы // Юридический вестник Кубанского гос. ун-та. – 2018. – Т. 13, № 4. – С. 29–37. DOI: 10.31429/20785836-13-4-29-37	
--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

#### 7. Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

URL адрес	Наименование
<a href="https://docs.cntd.ru/document/1200141453">https://docs.cntd.ru/document/1200141453</a>	ГОСТ Р 57240–2016. Система менеджмента безопасности в авиации. Требования и рекомендации по применению.

#### 8. Перечень информационных технологий

8.1. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10– Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

8.2. Перечень информационно-справочных систем,используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11– Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

#### 9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, представлен в таблице12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Лекционная аудитория	Московский пр. 149В, ауд.110

#### 10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведен в таблице 13.

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Перечень оценочных средств
Дифференцированный зачёт	Список вопросов; Тесты;

10.2. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) компетенций обучающимися применяется 5-балльная шкала оценки сформированности компетенций, которая приведена в таблице 14. В течение семестра может использоваться 100-балльная шкала модульно-рейтинговой системы Университета, правила использования которой, установлены соответствующим локальным нормативным актом ГУАП.

Таблица 14 –Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
«отлично» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал;</li> <li>– уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает;</li> <li>– опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления;</li> <li>– умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи;</li> <li>– делает выводы и обобщения;</li> <li>– свободно владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
«хорошо» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы;</li> <li>– не допускает существенных неточностей;</li> <li>– увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления;</li> <li>– аргументирует научные положения;</li> <li>– делает выводы и обобщения;</li> <li>– владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
«удовлетворительно» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы;</li> <li>– допускает несущественные ошибки и неточности;</li> <li>– испытывает затруднения в практическом применении знаний направления;</li> <li>– слабо аргументирует научные положения;</li> <li>– затрудняется в формулировании выводов и обобщений;</li> <li>– частично владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
«неудовлетворительно» «не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся не усвоил значительной части программного материала;</li> <li>– допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении;</li> <li>– испытывает трудности в практическом применении знаний;</li> <li>– не может аргументировать научные положения;</li> <li>– не формулирует выводов и обобщений.</li> </ul>

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена	Код индикатора
-------	----------------------------------------	----------------

	Учебным планом не предусмотрено	
--	---------------------------------	--

Вопросы дифф. зачета представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Вопросы дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифф. зачета	Код индикатора
1.	Понятие БАС и основные принципы классификации беспилотных авиационных систем.	ПК-8.3.1
2.	Основные аэродинамические схемы БВС и их особенности.	ПК-7.У.1 ПК-7.3.1
3.	Влияние аэродинамической схемы на лётные характеристики БАС.	ПК-7.У.1 ПК-7.3.1
4.	Современные направления развития рынка беспилотных авиационных систем.	ПК-8.3.1
5.	Правовая база эксплуатации БАС в Российской Федерации.	ПК-8.3.1
6.	Требования к регистрации и сертификации БАС в РФ.	ПК-8.3.1
7.	Требования к обеспечению информационной безопасности при эксплуатации БАС.	ПК-8.3.1
8.	Основные меры обеспечения физической безопасности при использовании БАС.	ПК-8.3.1
9.	Нормативные требования к проектированию и испытаниям БАС.	ПК-8.3.1
10.	Области применения БАС и классификация целевых задач.	ПК-7.У.1
11.	Принципы формирования требований от бизнеса к техническим характеристикам БАС.	ПК-7.У.1
12.	Сценарии эксплуатации БАС и их роль в проектировании.	ПК-7.У.1
13.	Структура жизненного цикла беспилотной авиационной системы.	ПК-7.3.1
14.	Основы управления рисками при разработке БАС.	ПК-7.3.1
15.	Содержание НИОКР и ОКР в области беспилотных авиационных систем.	ПК-7.У.1
16.	Основные элементы технического задания на разработку БАС.	ПК-7.3.1
17.	Общие принципы компоновки БВС.	ПК-7.У.1
18.	Основы аэродинамики и факторы, влияющие на лётные характеристики БВС.	ПК-7.У.1
19.	Прочность и жёсткость конструкций БВС: основные понятия.	ПК-7.У.1
20.	Типы силовых установок БВС и их характеристики.	ПК-7.У.1
21.	Энергосистема БАС: аккумуляторы, энергобаланс, методы оценки расхода энергии.	ПК-7.У.1
22.	Архитектура системы управления БВС и её ключевые компоненты.	ПК-7.У.1
23.	Полётный контроллер: функции, датчики, принципы работы.	ПК-7.У.1
24.	Системы связи и передачи данных в БАС: классификация и особенности.	ПК-7.У.1
25.	Программное обеспечение бортовой системы управления БВС.	ПК-7.У.1
26.	Основы настройки и конфигурирования системы управления.	ПК-7.У.1
27.	Типы целевой нагрузки БВС и требования к их интеграции.	ПК-7.У.1
28.	Принципы создания цифрового двойника БВС.	ПК-7.У.1
29.	Типы симуляторов БАС и их возможности.	ПК-7.У.1
30.	Настройка модели БВС в симуляторе и анализ результатов моделирования.	ПК-7.У.1
31.	Архитектура системы управления БВС и её ключевые компоненты.	ПК-7.У.1

Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы

№ п/п	Примерный перечень тем для курсового проектирования/выполнения
-------	----------------------------------------------------------------

	курсовой работы
	Учебным планом не предусмотрено

Вопросы для проведения промежуточной аттестации в виде тестирования представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора
1.	Каков минимальный вес БАС, при котором в РФ требуется обязательная постановка на учёт аппарата в ФАВТ? а) 150 грамм б) 500 грамм в) 30 килограмм г) 150 килограмм	ПК-8.3.1
2.	Какие данные обязательны для регистрации БАС в системе «Небосвод»? а) Максимальная взлётная масса б) Серийный номер в) Наименование г) Паспорт владельца	ПК-8.3.1
3.	При попытке подать заявку на полёт БВС массой 2.3 кг в зоне аэропорта система «Небосвод» выдала ошибку «Требуется ручное согласование». Выберите корректную последовательность действий: а) Запросить исключение через раздел «Спец разрешения» с приложением схемы полёта б) Уменьшить массу БВС в настройках профиля до 1.9 кг в) Связаться с диспетчерской службой аэропорта для согласования г) Изменить тип БВС на «игрушечный» в регистрационных данных	ПК-8.3.1
4.	Какой документ автоматически генерируется в системе «Небосвод» после успешной регистрации БАС? а) Журнал технического обслуживания б) Электронный сертификат эксплуатанта в) Инструкция по безопасности г) Шаблон технического задания	ПК-8.3.1
5.	Какие действия необходимо выполнить в ПО «Небосвод» для получения разрешения на полёт БАС в городской черте? а) Загрузить 3D-модель БВС б) Указать географические координаты зоны полётов в) Прикрепить сканы страхового полиса г) Подать заявку	ПК-8.3.1
6.	Рассчитайте радиус зоны ограничения для БВС с максимальной скоростью 15 м/с, если время реакции системы безопасности — 8 секунд. а) 120 м б) 150 м в) 180 м	ПК-7.У.1

7.	Какой документ является итоговым формализованным результатом этапа сквозного проектирования? а) Бизнес-план б) Отчёт о НИР в) Техническое задание (ТЗ) г) Сценарий эксплуатации	ПК-8.3.1
8.	При проектировании квадрокоптера в Fusion 360 студент выбрал двигатели с тягой 1200 г каждый. Какая максимальная взлётная масса допустима при коэффициенте запаса 1.3? а) 3692 г б) 2769 г в) 4800 г г) 923 г	ПК-8.3.1
9.	В техническом задании для агропромышленного БВС указано: «Дальность действия — 10 км без учёта ветра». Какие два параметра требуют уточнения? а) Тип антенны управления б) Среднестатистическая скорость ветра в регионе в) Ёмкость аккумулятора г) Наличие системы автоматического возврата	ПК-8.3.1
10.	Что является основной целью этапа «Управление рисками» в рамках сквозного проектирования? а) Полностью исключить все возможные риски б) Своевременно идентифицировать риски и разработать меры по их минимизации в) Переложить ответственность за риски на заказчика г) Увеличить бюджет проекта для покрытия потенциальных рисков	ПК-8.3.1
11.	Какой тип камеры наиболее подходит для создания детальных карт и 3D-моделей местности? а) FPV камера б) Тепловизионная камера в) Мультиспектральная камера г) HD-экшн камера	ПК-7.У.1
12.	Какие факторы критичны при интеграции целевого оборудования с бортовой системой БАС? а) Наличие цифрового интерфейса связи (UART, CAN) б) Электромагнитная совместимость в) Потребляемая мощность и рабочее напряжение г) Устройства фиксации к корпусу	ПК-7.У.1
13.	Установите соответствие между типом целевой нагрузки и областью её применения: 1. Лидар (LiDAR) 2. Дозиметр 3. Гиперспектральная камера 4. Механический дроппер А. Радиационный мониторинг Б. Точное картографирование и обход препятствий	ПК-7.У.1

	В. Анализ состава и состояния веществ Г. Точечная доставка грузов Ответ: 1-Б, 2-А, 3-В, 4-Г	
14.	При интеграции LiDAR в модель БВС возникла интерференция с GPS-модулем. Выберите два решения: а) Сместить LiDAR б) Использовать экранирующий материал в) Увеличить частоту сканирования	ПК-7.3.1
15.	Что может произойти, если центр масс (ЦМ) БАС смещен относительно центра давления (ЦД)? а) Увеличится максимальная скорость полета. б) Возникнет постоянный момент, требующий компенсации для удержания ориентации. в) Улучшится качество передаваемого видео. г) Увеличится время полета.	ПК-7.3.1
16.	Какая операция в САПР является базовой для создания трёхмерной детали путём задания плоского эскиза и направления его перемещения? а) Сопряжение (Mate) б) Вращение (Revolve) в) Выдавливание (Extrude) г) Массивирование (Pattern)	ПК-7.3.1
17.	Какие функции являются основным назначением модуля сборок (Assembly) в САПР? а) Проверка кинематики и динамики механизмов б) Проверка собираемости и выявление пересечений деталей в) Написание управляющих программ для ЧПУ и 3D печати г) Задание взаимного положения деталей с помощью геометрических сопряжений	ПК-7.3.1
18.	В цифровом прототипе БВС контроллер перекрывает доступ к разъёму ХТ60. Какие два способа исправления? а) Поворот контроллера на 90° б) Удлинение кабельной группы в) Уменьшение размера разъёма	ПК-7.3.1
19.	Установите соответствие между термином в САПР и его описанием. 1. Параметрическое моделирование 2. Эскиз (Sketch) 3. Дерево построения (Feature Tree) 4. Анализ методом конечных элементов (FEA) А) Двумерный контур, определяющий геометрию будущей 3D-операции. Б) Подход, при котором изменение параметров автоматически обновляет геометрию модели. В) Инструмент для проверки прочности, деформаций и других физических свойств. Г) Иерархический список всех операций и элементов модели.	ПК-7.3.1

	Ответ: 1-Б, 2-А, 3-Г, 4-В	
20.	Какой тип симулятора позволяет обрабатывать полётные задания с использованием реального пульта управления и ПО? а) Software-in-the-loop (SITL) б) Hardware-in-the-loop (HITL) в) Аналитический симулятор в MATLAB г) Симулятор ПДУ	ПК-7.3.1
21.	Какой формат файлов используется для импорта 3D-модели БВС из SolidWorks в Unreal Engine? а) .step б) .fbx в) .stl г) .iges	ПК-7.У.1
22.	При симуляции в ветровых условиях дрон отклоняется от маршрута. Какие два параметра PX4 нужно адаптировать? а) MPC_XY_VEL_MAX б) EKF2_GPS_DELAY в) FW_WIND_TAU г) MPC_WIND_COMP	ПК-7.3.1
23.	В логе миссии обнаружено: «Failsafe: Return to Land activated at 85% battery». Как скорректировать параметры? а) Установить порог failsafe при 20% б) Установить порог battery_emergen_thr в) Настроить параметр MIS_LTRMIN_ALT	ПК-7.3.1
24.	Какой блок Simulink используется для передачи данных в AirSim? а) UDP Send б) TCP/IP в) ROS Subscriber	ПК-7.3.1
25.	Какие параметры необходимо настроить в AirSim для корректной симуляции FPV-полёта? а) Частоту кадров камеры б) Тип файловой системы в) Шум сенсоров IMU г) Цвет интерфейса Что такое «цифровой двойник» БВС? а) Точная 3D-модель для симуляции и виртуальных испытаний б) Образ БАС для технической документации в) Паспорт устройства в системе «Небосвод» г) Интернет-ресурс по БАС	ПК-7.3.1
26.	Что такое «цифровой двойник» БВС? а) Точная 3D-модель для симуляции и виртуальных испытаний б) Образ БАС для технической документации в) Паспорт устройства в системе «Небосвод» г) Интернет-ресурс по БАС	ПК-7.3.1
27.	Установите соответствие между этапом жизненного цикла БАС и	ПК-7.3.1



	<p>его содержанием:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Проектирование</li> <li>2. Производство</li> <li>3. Эксплуатация</li> <li>4. Утилизация</li> </ol> <p>А. Непосредственное выполнение целевых задач, ТО и ремонт.  Б. Разработка конструкторской и технологической документации.  В. Изготовление, сборка и испытания опытных образцов.  Г. Обеспечение экологической безопасности при выводе из эксплуатации.  Ответ: 1-Б, 2-В, 3-А, 4-Г</p>	
28.	<p>Какова основная цель интеграции ПО автопилота (например, ArduPilot, PX4) с симулятором?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>а) Создать красивую картинку</li> <li>б) Отработать и протестировать реальные алгоритмы управления в безопасной виртуальной среде</li> <li>в) Научить пилота управлять БАС вручную</li> <li>г) Анализ программного обеспечения</li> </ol>	ПК-7.3.1
29.	<p>Какие алгоритмы управления чаще всего требуют тестирования и тонкой настройки в симуляторе перед реальными полетами?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>а) ПИД-регуляторы для стабилизации крена, тангажа и рысканья</li> <li>б) Алгоритмы слежения за целью (computer vision)</li> <li>в) Логика отказоустойчивости (failsafe)</li> <li>г) Алгоритмы построения карты местности (SLAM)</li> </ol>	ПК-7.3.1
30.	<p>Для мониторинга ЛЭП в горной местности предложите три ключевых требования к конструкции БВС:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>а) Защита от электромагнитных помех</li> <li>б) Система обогрева батареи</li> <li>в) Параметры ветроустойчивости <math>\geq 12</math> м/с</li> <li>г) Увеличенный угол обзора камеры</li> <li>д) Конструкция полностью изолирована от электричества</li> </ol>	ПК-7.3.1
31.	<p>При запуске БВС в условиях сильного ветра автопилот переключился в режим "Stabilize". Какие три действия оператор должен выполнить?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>а) Вручную скорректировать крен</li> <li>б) Активировать аварийный посадку</li> <li>в) Проверить калибровку анемометра, если он имеется</li> <li>г) Увеличить мощность двигателей</li> <li>д) Проверить термографическую камеру, если она имеется</li> </ol>	ПК-7.3.1

Перечень тем контрольных работ по дисциплине обучающихся заочной формы обучения, представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

№ п/п	Перечень контрольных работ
	Не предусмотрено

10.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в

локальных нормативных актах ГУАП, регламентирующих порядок и процедуру проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП.

## 11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

### 11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала

Основное назначение лекционного материала – логически стройное, системное, глубокое и ясное изложение учебного материала. Назначение современной лекции в рамках дисциплины не в том, чтобы получить всю информацию по теме, а в освоении фундаментальных проблем дисциплины, методов научного познания, новейших достижений научной мысли. В учебном процессе лекция выполняет методологическую, организационную и информационную функции. Лекция раскрывает понятийный аппарат конкретной области знания, её проблемы, дает цельное представление о дисциплине, показывает взаимосвязь с другими дисциплинами.

#### Планируемые результаты при освоении обучающимися лекционного материала:

- получение современных, целостных, взаимосвязанных знаний, уровень которых определяется целевой установкой к каждой конкретной теме;
- получение опыта творческой работы совместно с преподавателем;
- развитие профессионально-деловых качеств, любви к предмету и самостоятельного творческого мышления.
- появление необходимого интереса, необходимого для самостоятельной работы;
- получение знаний о современном уровне развития науки и техники и о прогнозе их развития на ближайшие годы;
- научиться методически обрабатывать материал (выделять главные мысли и положения, приходить к конкретным выводам, повторять их в различных формулировках);
- получение точного понимания всех необходимых терминов и понятий.

Лекционный материал может сопровождаться демонстрацией слайдов и использованием раздаточного материала при проведении коротких дискуссий об особенностях применения отдельных тематик по дисциплине.

#### Структура предоставления лекционного материала:

- Устное изложение информации, иллюстрируемой слайдами презентации;
- Демонстрация графических материалов (в том числе фото-, видео-, графиков, таблиц и т.д.) в целях визуализации представленной в устной форме информации;
- Обсуждение полученной информации в форме дискуссии, разбор практических примеров.

### 11.2. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий

Практическое занятие является одной из основных форм организации учебного процесса, заключающаяся в выполнении обучающимися под руководством преподавателя комплекса учебных заданий с целью усвоения научно-теоретических основ учебной дисциплины, приобретения умений и навыков, опыта творческой деятельности.

Целью практического занятия для обучающегося является привитие обучающимся умений и навыков практической деятельности по изучаемой дисциплине.

#### Планируемые результаты при освоении обучающимися практических занятий:

- закрепление, углубление, расширение и детализация знаний при решении конкретных задач;

- развитие познавательных способностей, самостоятельности мышления, творческой активности;
- овладение новыми методами и методиками изучения конкретной учебной дисциплины;
- выработка способности логического осмысления полученных знаний для выполнения заданий;
- обеспечение рационального сочетания коллективной и индивидуальной форм обучения.

#### Структура и форма отчета о практической работе

В отчете обязательно должны быть отражены следующие разделы: «Название» «Цель работы», «Содержание работы», «Схемы испытаний», «Результаты измерений и вычислений», «Анализ полученных характеристик и краткие выводы». В состав отчета могут быть включены другие разделы, которые учитывают специфику выполняемой лабораторной работы (фото экспериментов, программный код и др.). Необходимые схемы, рисунки и графики можно чертить карандашом либо с использованием специальных программных продуктов на персональном компьютере.

#### Требования к оформлению отчета о практической работе

Результаты выполненных практических работ, оформляются в виде отчета по одному образцу. Отчет пишут с одной стороны листа формата А4 (размером 210×297 мм). Основные надписи выполняют в соответствии с Госстандартом.

Все выполненные и подписанные руководителем отчеты по практическим работам складывают в логической последовательности и брошюруют. При большом количестве страниц (более десяти) составляют содержание отчета, который размещают в альбоме после титульного листа. Титульный лист должен иметь надпись «Журнал практических работ (отчеты)» с фамилией руководителя (преподаватель) и исполнителя (студент).

### 11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы

В ходе выполнения самостоятельной работы, обучающийся выполняет работу по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Для обучающихся по заочной форме обучения, самостоятельная работа может включать в себя контрольную работу.

В процессе выполнения самостоятельной работы, у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет им развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся являются:

- учебно-методический материал по дисциплине;
- методические указания по выполнению контрольных работ (для обучающихся по заочной форме обучения).

### 11.4. Методические указания для обучающихся по прохождению текущего контроля успеваемости.

Текущий контроль успеваемости предусматривает контроль качества знаний обучающихся, осуществляемого в течение семестра с целью оценивания хода освоения дисциплины.

Тест представляет собой набор стандартизированных заданий, по результатам выполнения которых можно измерить некоторые личностные характеристики, а также уровень усвоения знаний, умений и навыков испытуемого.

Текущий контроль успеваемости проводится на практических занятиях в устном формате.

Результаты текущего контроля сообщаются студентам непосредственно на следующем занятии.

Результаты текущего контроля успеваемости учитываются при проведении промежуточной аттестации. При непрохождении текущего контроля студенту ставится оценка «неудовлетворительно».

11.5. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Она включает в себя:

- дифференцированный зачет – это форма оценки знаний, полученных обучающимся при изучении дисциплины, при выполнении курсовых проектов, курсовых работ, научно-исследовательских работ и прохождении практик с аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Промежуточная аттестация оценивается по результатам текущего контроля успеваемости. В случае, если студент по уважительной причине не выполнил требования текущего контроля, ему предоставляется возможность сдать задолженности по пропущенным темам. Форма проведения промежуточной аттестации – письменная.

Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

Дата внесения изменений и дополнений. Подпись внесшего изменения	Содержание изменений и дополнений	Дата и № протокола заседания кафедры	Подпись зав. кафедрой