

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

(имя, фамилия, отчество)

(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)

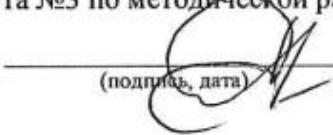
С.В. Солёный

(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) компетенций	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»,
- «Сопротивление 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	3
1	2		
<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 (С3) (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: Компоновка 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 Современные 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	
	Чернопятов 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 таблице 12.

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

	<p>В. Анализ состава и состояния веществ Г. Точечная доставка грузов Ответ: 1-Б, 2-А, 3-В, 4-Г</p>	
14.	<p>При интеграции LiDAR в модель БВС возникла интерференция с GPS-модулем. Выберите два решения:</p> <p>а) Сместить LiDAR б) Использовать экранирующий материал в) Увеличить частоту сканирования</p>	ПК-7.3.1
15.	<p>Что может произойти, если центр масс (ЦМ) БАС смещен относительно центра давления (ЦД)?</p> <p>а) Увеличится максимальная скорость полета. б) Возникнет постоянный момент, требующий компенсации для удержания ориентации. в) Улучшится качество передаваемого видео. г) Увеличится время полета.</p>	ПК-7.3.1
16.	<p>Какая операция в САПР является базовой для создания трёхмерной детали путём задания плоского эскиза и направления его перемещения?</p> <p>а) Сопряжение (Mate) б) Вращение (Revolve) в) Выдавливание (Extrude) г) Массивирование (Pattern)</p>	ПК-7.3.1
17.	<p>Какие функции являются основным назначением модуля сборок (Assembly) в САПР?</p> <p>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</p>	ПК-7.3.1
18.	<p>В цифровом прототипе БВС контроллер перекрывает доступ к разъёму XT60. Какие два способа исправления?</p> <p>а) Поворот контроллера на 90° б) Удлинение кабельной группы в) Уменьшение размера разъёма</p>	ПК-7.3.1
19.	<p>Установите соответствие между термином в САПР и его описанием.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Параметрическое моделирование</li> <li>Эскиз (Sketch)</li> <li>Дерево построения (Feature Tree)</li> <li>Анализ методом конечных элементов (FEA)</li> </ol> <p>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.</p>	ПК-7.3.1

	Ответ: 1-Б, 2-А, 3-Г, 4-В	
20.	Какой тип симулятора позволяет отрабатывать 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.</p> <p>Б. Разработка конструкторской и технологической документации.</p> <p>В. Изготовление, сборка и испытания опытных образцов.</p> <p>Г. Обеспечение экологической безопасности при выводе из эксплуатации.</p> <p>Ответ: 1-Б, 2-В, 3-А, 4-Г</p>	
28.	<p>Какова основная цель интеграции ПО автопилота (например, ArduPilot, PX4) с симулятором?</p> <p>а) Создать красивую картинку</p> <p>б) Отработать и протестировать реальные алгоритмы управления в безопасной виртуальной среде</p> <p>в) Научить пилота управлять БАС вручную</p> <p>г) Анализ программного обеспечения</p>	ПК-7.3.1
29.	<p>Какие алгоритмы управления чаще всего требуют тестирования и тонкой настройки в симуляторе перед реальными полетами?</p> <p>а) ПИД-регуляторы для стабилизации крена, тангажа и рысканья</p> <p>б) Алгоритмы слежения за целью (computer vision)</p> <p>в) Логика отказоустойчивости (failsafe)</p> <p>г) Алгоритмы построения карты местности (SLAM)</p>	ПК-7.3.1
30.	<p>Для мониторинга ЛЭП в горной местности предложите три ключевых требования к конструкции БВС:</p> <p>а) Защита от электромагнитных помех</p> <p>б) Система обогрева батареи</p> <p>в) Параметры ветроустойчивости <math>\geq 12</math> м/с</p> <p>г) Увеличенный угол обзора камеры</p> <p>д) Конструкция полностью изолирована от электричества</p>	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> <p>а) Вручную скорректировать крен</p> <p>б) Активировать аварийный посадку</p> <p>в) Проверить калибровку анемометра, если он имеется</p> <p>г) Увеличить мощность двигателей</p> <p>д) Проверить термографическую камеру, если она имеется</p>	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 осмыслиения 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 стандартизованных 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