

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

Кафедра № 12

УТВЕРЖДАЮ

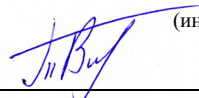
Руководитель образовательной программы

доц., к.т.н.

(должность, уч. степень, звание)

В.Е. Таратун

(инициалы, фамилия)



(подпись)

19 февраля 2025

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Эксплуатация беспилотных авиационных систем»
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	23.03.01
Наименование направления подготовки/ специальности	Технология транспортных процессов
Наименование направленности	Организация перевозок и управление в единой транспортной системе
Форма обучения	очная
Год приема	2025

Санкт-Петербург– 2025

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

К.Т.Н., доц.

(должность, уч. степень, звание)

(подпись, дата)

А.С. Костин

(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 12

«19» февраля 2025 г, протокол № 6а/2024-2025

Заведующий кафедрой № 12

д.т.н., проф.

(уч. степень, звание)

(подпись, дата)

В.А. Фетисов

(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №1 по методической работе

доц., к.т.н.

(должность, уч. степень, звание)

(подпись, дата)

В.Е. Таратун

(инициалы, фамилия)

Аннотация

Дисциплина «Эксплуатация беспилотных авиационных систем» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/ специальности 23.03.01 «Технология транспортных процессов» направленности «Организация перевозок и управление в единой транспортной системе». Дисциплина реализуется кафедрой «№12».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-7 «Эксплуатация беспилотных авиационных систем»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с управлением и эксплуатацией, техническим обслуживанием, настройкой беспилотной авиационной системы, применения технических средств и оборудования, используемых для управления полетом беспилотного летательного аппарата мультироторного типа, разработки решений в области программирования автономного полета.

В рамках данной дисциплины выпускник освоит ряд цифровых компетенций, при помощи которых выполняется разработка решений в области программирования и реализации автономного полета беспилотных авиационных систем на базе языка программирования Python и применения ROS (Robot Operating System). Для решения сложных задач в рамках идентификации объектов при помощи машинного зрения и автономной посадки на сложные объекты применяются сквозные технологии, связанные с элементами искусственного интеллекта и OpenCV (библиотека компьютерного зрения с открытым исходным кодом).

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, практические работы, самостоятельная работа студента, консультации.

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

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

Язык обучения по дисциплине «русский»

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины

1. Получение знаний в области эксплуатации беспилотных авиационных систем мультироторного типа, знаний конструкции и особенностей настройки;
2. Получение практического навыка работы в прикладные информационные системы и решения задач программирования дрона (квадрокоптера) на основе использования языка программирования Python Programming Language;
3. Получение практических навыков для решения задач автономного пилотирования;
4. Знакомство с Техническим описанием компетенции «Эксплуатация беспилотных авиационных систем» WorldSkills Россия;
5. Знакомство с модулями и конкурсными заданиями компетенции «Эксплуатация беспилотных авиационных систем» WorldSkills Россия для университетских направлений подготовки и участия в межвузовских чемпионатах.
6. Получение знаний в решении практических задач на основе БАС для транспортной сферы

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 Эксплуатация беспилотных авиационных систем	<p>ПК-7.3.1 знать тенденции развития отрасли беспилотных авиационных систем применительно к транспорту, включающие новые материалы, методы, модели и технологии</p> <p>ПК-7.3.2 знать конструкцию беспилотной авиационной системы, как сложной технической системы, и принципы функционирования</p> <p>ПК-7.3.3 знать модели и методы построения полетных заданий внутри помещений</p> <p>ПК-7.3.4 знать технологию навигации беспилотной авиационной системы внутри помещения</p> <p>ПК-7.3.5 знать основные модули и техническое описание компетенции будущего "Эксплуатация беспилотных авиационных систем" профессии будущего</p> <p>ПК-7.У.1 уметь вносить аппаратные и программные настройки, необходимые для эффективной работы беспилотной авиационной системы</p> <p>ПК-7.У.2 уметь устанавливать, настраивать и вносить корректировки в механические, электрические и сенсорные системы БАС</p>

		ПК-7.У.3 уметь выполнять предполетные настройки и калибровки ПК-7.В.1 владеть навыками программирования автономного полета в ограниченном пространстве в помещении ПК-7.В.2 владеть навыками выполнения задач в автономном режиме в том числе применительно к решению транспортных и системных задач ПК-7.В.3 владеть навыками построения полета через контрольные точки ПК-7.В.4 владеть навыками работы с информационным обеспечением, применительно к программированию беспилотных авиационных систем
--	--	--

2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- Теория транспортных процессов и систем;
- Глобальные информационные технологии;
- Грузоведение

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

- Интеллектуальные транспортные системы
- Производственная преддипломная (практика)
- Выпускная квалификационная работа

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
		№7
1	2	3
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)	3/ 108	3/ 108
Из них часов практической подготовки	34	34
Аудиторные занятия, всего час.	51	51
в том числе:		
лекции (Л), (час)	17	17
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	34	34
лабораторные работы (ЛР), (час)		
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)	36	36
Самостоятельная работа, всего (час)	21	21

Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	Экз.	Экз.
---	------	------

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)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 7					
Раздел 1.	4	8			5
Раздел 2.	4	8			5
Раздел 3.	4	8			5
Раздел 4.	5	10			6
Итого в семестре:	17	34			21
Итого	17	34	0	0	21

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
1	Основные положения эксплуатации беспилотных авиационных систем. Современные тренды. Представление компетенций Ворлдскиллс Россия. Компетенции Ворлдскиллс в ГУАП. Описание и модули компетенции «Эксплуатация беспилотных авиационных систем». Примеры решения задач автономного управления беспилотными авиационными системами для решения транспортных задач. Знакомство с лабораторией беспилотных авиационных систем ИШ ГУАП. Изучение программного обеспечения Betaflight и Qgroundcontrol, подключение видеопередатчика и приемника радиуправления, установка прошивки и применение базовых настроек. Основные понятия компьютерного зрения OpenCV. Основные алгоритмы. Распознавание объектов с беспилотной авиационной системы.
2	Базовая теория. Мультикоптеры. Этапы разработки мультикоптера (шаг за шагом), подбор комплектующих. Сборка квадрокоптера COEX Clover. Датчики и фильтрация. Аппаратные компоненты беспилотной авиационной системы мультироторного типа и их взаимодействие. Наземное ПО. QGroundControl. Режимы полета. Raspberry Pi. Клевер. Датчики, фильтрация, регулирование. Физические и логические протоколы взаимодействия компонентов. Демонстрация взаимодействия полетного контроллера и RaspberryPi на квадрокоптере COEX Clover.

3	Основы пилотирования квадрокоптера в тренажерной системе, получение навыков пилотирования от первого лица с отработкой элементов пилотирования. Настройка и первый полет Клевера в ручном режиме. Дистанционное управление квадрокоптером. Режимы полета. Основные алгоритмы полетного контроллера (ПИД, фильтрация).
4	Среда моделирования Gazebo. Знакомство с Python. Программирование простейшего полета квадрокоптера. Основные понятия компьютерного зрения. Работа с изображениями. Машинное зрение на Клевере. Демонстрация OpticalFlow и различных видов навигации. Работа с лазерным дальномером

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)	№ раздела дисциплины
Семестр 7				
1	<p>Этапы разработки мультикоптера (шаг за шагом), подбор комплектующих. Сборка квадрокоптера COEX Clover. Датчики и фильтрация.</p> <p>Основные элементы квадрокоптера, описание элементов, изучение и разборка квадрокоптера пайка основных элементов квадрокоптера. Проектирование элемента конструкции квадрокоптера.</p> <p>Взаимодействие компонентов. Физические и логические протоколы взаимодействия компонентов. Демонстрация взаимодействия полетного контроллера и RaspberryPi на квадрокоптере COEX Clover.</p>	Практическое задание	8	1
2	Основы пилотирования квадрокоптера в тренажерной системе, получение навыков	Практическое занятие	8	2

	<p>пилотирования от первого лица с отработкой элементов пилотирования.</p> <p>Пилотирование реального квадрокоптера в летном поле, получение навыков пилотирования от первого лица в режиме Acro. Отработка навыков пилотирования в тренажерной среде.</p> <p>Настройка и первый полет Клевера в ручном режиме. Дистанционное управление квадрокоптером. Режимы полета. Основные алгоритмы полетного контроллера (ПИД, фильтрация).</p>			
7	<p>Среда моделирования Gazebo. Знакомство с Python.</p> <p>Программирование простейшего полета квадрокоптера.</p>	Практическое задание	8	3
8	<p>Основные понятия компьютерного зрения. Работа с изображениями. Машинное зрение на Клевере. Демонстрация OpticalFlow и различных видов навигации. Работа с лазерным дальномером.</p> <p>Выполнение задач идентификации объектов на реальном дроне.</p>	Практическое задание	10	4
Всего:			34	

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 7, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	10	10
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	11	11
Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)		
Всего:	21	21

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)
629.735 Е 50	Основы автономного управления беспилотными авиационными системами для решения транспортных задач: учеб.-метод. пособие / Д.В. Еленин, А.С. Костин, Н.Н. Майоров. – СПб.: ГУАП, 2020. – 71 с.	50 (лаборатория БАС ГУАП)
629.7 К 26	Эксплуатация беспилотных авиационных систем: учебное пособие / Ю.А. Антохина, Т.Ю. Карпова, А.С. Костин, Н.Н. Майоров. – СПб.: ГУАП, 2021. – 178 с.	50 (лаборатория БАС ГУАП)

	Практические решения на основе беспилотных авиационных систем для транспортных задач/ В. А. Фетисов, А. С. Костин, Н. Н. Майоров. – Учеб. - метод. пособие. – СПб.: ГУАП, 2022. – 63 с.	50 (лаборатория БАС ГУАП)
	Практические примеры программирования беспилотных авиационных систем/ Е. А. Вознесенский, А. С. Костин, Н. Н. Майоров. – Учеб. - метод. пособие. – СПб.: ГУАП, 2023. – 82 с.	50 (лаборатория БАС ГУАП)

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
https://clover.coex.tech/ru/assemble_4.html	Сборка клевер 4
https://clover.coex.tech/ru/calibration.html	Калибровка датчиков
https://clover.coex.tech/ru/programming.html	Программирование системы позиционирования
https://clover.coex.tech/ru/auto_setup.html	Пошаговая инструкция по настройке автономного полета Клевера 4

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
1.	ОС Microsoft Windows 10
2.	ОС Raspbian
3.	Microsoft Office
4.	Adobe Acrobat
5.	QGroundControl
6.	Mission Planner
7.	Python 3
8.	Компас – 3D
9.	Autodesk Autocad
10.	Autodesk Fusion

11.	VSCode
12.	ESC Configurator
13.	Qgroundcontrol
14.	Комплектация ПО Клевер

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	Лаборатория беспилотных авиационных систем ИШ ГУАП	31-03
2	Мультимедийная аудитория для проведения лекций	

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
Экзамен	Список вопросов к экзамену; 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»	– обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал; – уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; – опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи;

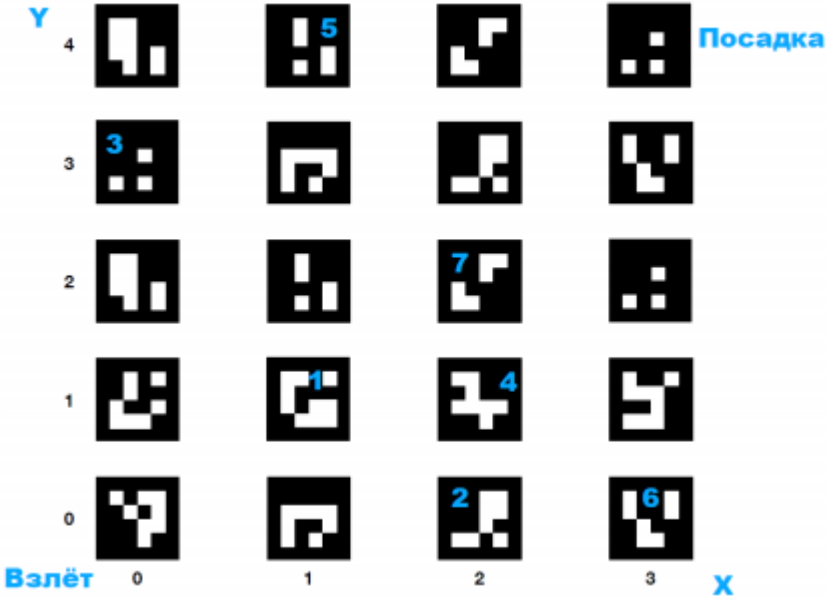
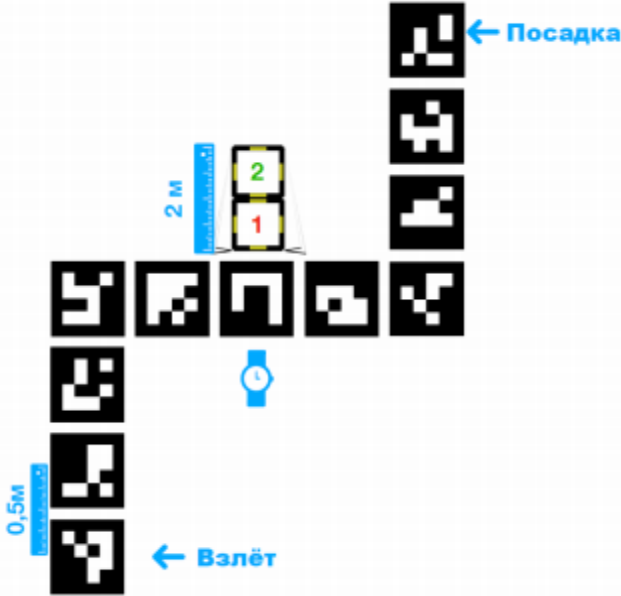
Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
	<ul style="list-style-type: none"> – делает выводы и обобщения; – свободно владеет системой специализированных понятий.
«хорошо» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся твердо усвоил программный материал,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

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
1	Задание 1 Сгенерируйте файл карты при помощи инструмента genmap.ru , согласно характеристикам существующего поля меток. Выполните взлет на высоту $z=1.5$, перемещение коптера по координатам поля меток, указанным на рис. 1, где номерами указана очередность пролета контрольных точек в системе координат <code>agiso_map</code> , возврат в исходную точку и посадку.	ПК-7

	 <p>Рис. 1. Вариант задания</p>	
2	<p>Задание 2 Напишите программу автономного полета согласно следующей полетной миссии, где указана высота для пролета препятствий (рис. 2).</p>  <p>Рис. 2. Вариант задания</p>	ПК-7
3	<p>Пилотирование беспилотной авиационной системы мультироторного типа от первого лица по закрытой трассе. Трасса имитирует закрытое неисследованное пространство с различными элементами, через которые нужно выполнить пролет. После прохождения трассы необходимо исследовать дронпоинты и найти на них метки. В итоговый отчет необходимо указать количество найденных меток, а также какие метки вам удалось обнаружить.</p> <p>Дополнительные условия при выполнении полётов:</p>	ПК-7

	<ul style="list-style-type: none"> • Обучающиеся могут находиться только в специально обозначенных для пилота зонах; • Во время выполнения модуля, обучающийся может производить тестовые полеты, которые проходят в рамках живой очереди. Приоритет имеют те обучающиеся, которые еще не совершали тестовых полетов; • Занять очередь на тестовые полеты можно не позднее, чем за 15 минут до окончания времени тестовых полетов; • Максимальное время одной тестовой попытки – 3 минуты. Количество тестовых попыток не ограничено в рамках отведенного на тестовые полеты времени; • Время на устранение поломок, полученных в результате модуля, включено во время выполнения модуля; • Предполетная подготовка 1 минута; • Время прохождения трассы 3 мин с момента запуска двигателей; • Количество кругов = 2. • Время окончания прохождения трассы считается по полной остановке вращения моторов. • Прохождение круга засчитываются только при условии прохождения всех элементов согласно заданию. • Тренировочные полеты доступны на специальной трассе тренажерной системы FPV пилотирования. 	
4	<p>Решение задачи автономной навигации квадрокоптера с идентификацией Qr кодов в летном поле.</p> <p>В рамках выполнения задачи авиамониторинга, вам необходимо исследовать летное поле. В летном поле находятся Qr – коды с зашифрованной информацией. Ваша задача найти все Qr – коды и вывести в терминал их содержимое. Во время полета цветовая индикация у дрона должна быть синего цвета. Посадку необходимо осуществить в начальных координатах, светодиодная лента должна мигать оранжевым цветом. Во время взлета цвет светодиодной ленты зеленый. В случае, если идентификация Qr кода успешна – вывести эффект rainbow на светодиодную ленту. Координаты размещенных QR кодов неизвестны и могут меняться в процессе выполнения задания.</p> <p>Дополнительные условия при выполнении полётов:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Обучающиеся могут находиться только в специально обозначенных для пилота зонах; • Во время выполнения модуля, обучающийся может производить тестовые полеты, которые проходят в рамках живой очереди. Приоритет имеют те обучающиеся, которые еще не совершали тестовых полетов; • Занять очередь на тестовые полеты можно не позднее, чем за 15 минут до окончания времени тестовых полетов; 	ПК-7

	<ul style="list-style-type: none"> • Максимальное время одной тестовой попытки – 3 минуты. Количество тестовых попыток не ограничено в рамках отведенного на тестовые полеты времени; • Время на устранение поломок, полученных в результате модуля, включено во время выполнения модуля; • Предполетная подготовка 1 минута; • Время выполнения зачетной попытки 5 минут; • Программное обеспечение должно быть реализовано при помощи языка программирования Python. • Тренировочные полеты доступны в симуляционной среде Gazebo, на базе которой выполняется отладка программного обеспечения для автономного полета. 	
5	<p>Проектирование полезной нагрузки квадрокоптера.</p> <p>В рамках решения задачи разработки полезной нагрузки для квадрокоптера, необходимо разработать подвес для FPV камеры квадрокоптера с возможностью стабилизации камеры по тангажу и крену.</p> <p>Состав работ:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.1. 3D модель полезной нагрузки в сборке. 1.2. 3D модель полезной нагрузки в разобранном виде. 1.3. Габаритный чертеж 1.4. Инструкция по сборке, монтажу и эксплуатации полезной нагрузки: <ul style="list-style-type: none"> • Спецификация <ul style="list-style-type: none"> – наличие всех сборочных единиц; – наличие всех деталей; – наличие стандартных изделий. • Сборочный чертеж указаны сборочные единицы, детали и стандартные изделия с указанными взаимосвязями различных частей. • Монтажная инструкция: <ul style="list-style-type: none"> – наличие изображения монтируемого изделия; – наличие изображения изделий, применяемых при монтаже; – наличие перечня составных частей, необходимых для монтажа; – технические требования к монтажу изделия; – наличие структурной электрической схемы изготавливаемой полезной нагрузки. • Инструкция по эксплуатации полезной нагрузки. 1.5. Видеопрезентация устройства в 3D, с наглядной демонстрацией функциональных возможностей полезной нагрузки квадрокоптера (продолжительностью не более 5 минут). 	ПК-7

Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета представлены в таблице 16.
Таблица 16 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифф. зачета	Код индикатора
	Учебным планом не предусмотрено	

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	<p>Как называется квадрокоптер с бю моторами? *</p> <p>a) Пентакоптер</p> <p>b) Октокоптер</p> <p>c) Трикоптер</p> <p>d) Гексакоптер</p> <p>Что такое "тангаж"? *</p> <p>a) Наклон коптера влево-вправо</p> <p>b) Вращение коптера вокруг своей оси</p> <p>c) Наклон коптера вперед-назад</p> <p>d) Набор скорости</p> <p>Где расположены датчики, отвечающие за определение положения коптера в пространстве? *</p> <p>a) В регуляторе оборотов</p> <p>b) В плате распределения питания</p> <p>c) В полетном контроллере</p> <p>d) В пульте радиоуправления</p> <p>Какие аккумуляторы бывают у БПЛА? *</p> <p>a) Никель-кадмиевые</p> <p>b) Литий-полимерные</p> <p>c) Свинцово-кислотные</p> <p>d) Никель-металл-гидридные</p> <p>При каком типе соединения аккумуляторов напряжение складывается? *</p> <p>a) Последовательное</p> <p>b) Параллельное</p> <p>c) Смешанное</p> <p>d) Замкнутое</p> <p>Как можно изменить направление вращения бесколлекторного двигателя на коптере? *</p> <p>a) Поменять "+" и "-"</p> <p>b) Перепрошить плату распределения питания</p> <p>c) Поменять между собой 2 фазных провода</p> <p>Это невозможно</p>	ПК-7

2	<p>1. Какие основные компоненты включают беспилотную авиационную систему (БАС)?</p> <ul style="list-style-type: none"> • а) Только беспилотный летательный аппарат (БПЛА) • б) БПЛА, наземную станцию управления, системы связи и оператора • в) БПЛА и оператора • г) Только системы связи <p>2. Что такое радиус действия БАС?</p> <ul style="list-style-type: none"> • а) Максимальное расстояние, на котором БПЛА может подняться в воздух • б) Максимальное расстояние, на котором БПЛА может управляться оператором • в) Максимальная высота, на которую может подняться БПЛА • г) Дальность полета при максимальной загрузке <p>3. Что такое FPV (First Person View) в беспилотных системах?</p> <ul style="list-style-type: none"> • а) Способ управления БПЛА с использованием автоматических систем • б) Режим полета по заранее заданному маршруту • в) Управление БПЛА с использованием камеры от первого лица • г) Увеличение мощности двигателей БПЛА <p>4. Какова основная функция наземной станции управления?</p> <ul style="list-style-type: none"> • а) Заправка БПЛА топливом • б) Мониторинг полета и управление БПЛА • в) Хранение данных о полетах • г) Управление воздушным пространством <p>5. Какой фактор ограничивает продолжительность полета БПЛА?</p> <ul style="list-style-type: none"> • а) Мощность антенны управления 	ПК-7
---	--	------

- b) Программное обеспечение БПЛА
- c) Время автономной работы батареи
- d) Ветер

6. Какой из ниже перечисленных режимов управления позволяет БПЛА автоматически возвращаться к точке взлета?

- a) RTH (Return to Home)
- b) GPS Lock
- c) Manual Mode
- d) Altitude Hold

7. Что такое “автоматический режим” в управлении БПЛА?

- a) Полет по заранее запрограммированному маршруту без вмешательства оператора
- b) Полет под постоянным контролем оператора
- c) Полет по командам от наземного диспетчера
- d) Полет по визуальным ориентирам

8. Какая технология чаще всего используется для передачи команд и данных от оператора к БПЛА?

- a) Bluetooth
- b) Wi-Fi
- c) Радиоканал
- d) Инфракрасная связь

9. Какой из этих факторов может повлиять на точность GPS-навигации БПЛА?

- a) Температура воздуха
- b) Количество спутников на орбите
- c) Высота полета
- d) Электромагнитные помехи

	<p>10. Что означает термин “payload” (полезная нагрузка) в контексте БПЛА?</p> <ul style="list-style-type: none"> • а) Максимальный вес, который может нести оператор • б) Максимальный вес топлива в БПЛА • в) Оборудование или грузы, которые БПЛА может нести в полете • г) Запас энергии, доступной в аккумуляторе <p>11. Каковы основные причины потери связи между БПЛА и наземной станцией управления?</p> <ul style="list-style-type: none"> • а) Низкий уровень заряда батареи и плохие погодные условия • б) Программные сбои • в) Препятствия и дальность полета • г) Сбои в двигателях <p>12. Какое оборудование необходимо для мониторинга состояния БПЛА в реальном времени?</p> <ul style="list-style-type: none"> • а) Камера • б) GPS-модуль • в) Телеметрическая система • г) Транспондер 	
--	--	--

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

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

№ п/п	Перечень контрольных работ
1	<ol style="list-style-type: none"> 1. Аппаратная составляющая беспилотной авиационной системой 2. Информационное обеспечение квадрокоптера Клевер 3. Программирование квадрокоптера Клевер 4. Программирование автономного полета при помощи Aruco-маркеров. 5. Полеты в летном исследовательском поле ГУАП <p>Согласно варианту задания из табл.1, разработайте полетную миссию, в рамках которой коптер будет рисовать определенную фигуру с заданной цветовой индикацией.</p>

Таблица 1		
Варианты заданий		
Вариант	Фигура	Цвет индикации
1	A4	Синий
2	И1	Желтый
3	H6	Фиолетовый
4	Г9	Зеленый
5	Д2	Оранжевый
6	С5	Красный
7	Р0	Золотой
8	Е5	Фиолетовый
9	Х7	Красный
10	Ф3	Синий

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

Целью дисциплины является – получение студентами необходимых знаний, умений и навыков в области программирования автономного полета беспилотной авиационной системой.

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:

Проведение лекции;

Проведение практического занятия;

Проведение лабораторного занятия;

11.2. Методические указания для обучающихся по участию в семинарах

Основной целью для обучающегося является систематизация и обобщение знаний по изучаемой теме, разделу, формирование умения работать с дополнительными источниками информации, сопоставлять и сравнивать точки зрения, конспектировать прочитанное, высказывать свою точку зрения и т.п. В соответствии с ведущей дидактической целью содержанием семинарских занятий являются узловые, наиболее трудные для понимания и усвоения темы, разделы дисциплины. Спецификой данной формы занятий является совместная работа преподавателя и обучающегося над решением поставленной проблемы, а поиск верного ответа строится на основе чередования индивидуальной и коллективной деятельности.

При подготовке к семинарскому занятию по теме прослушанной лекции необходимо ознакомиться с планом его проведения, с литературой и научными публикациями по теме семинара.

11.3. 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.

Требования к проведению практических занятий

Практическое занятие – форма систематических учебно-теоретических занятий, с помощью которых обучающиеся изучают раздел “Эксплуатации беспилотных авиационных систем”, входящего в состав учебный план. При подготовке к занятиям следует использовать основную литературу из представленного списка, а также руководствоваться приведенными указаниями и рекомендациями. Для наиболее глубокого освоения дисциплины рекомендуется изучать литературу, обозначенную как «дополнительная» в представленном списке. На практических занятиях приветствуется активное участие в обсуждении конкретных ситуаций, способность на основе полученных знаний находить наиболее эффективные решения поставленных проблем, уметь находить полезный дополнительный материал по тематике семинарских занятий. Студенту рекомендуется следующая схема подготовки к занятию:

1. Проработать конспект лекций;
2. Прочитать основную и дополнительную литературу, рекомендованную по изучаемому разделу;

3. Выполнить домашнее задание;
4. Проработать тестовые задания и задачи;
5. При затруднениях сформулировать вопросы к преподавателю.

11.4. 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).

11.5. 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.

11.6. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

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

- экзамен – форма оценки знаний, полученных обучающимся в процессе изучения всей дисциплины или ее части, навыков самостоятельной работы, способности применять их для решения практических задач. Экзамен, как правило, проводится в период экзаменационной сессии и завершается аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

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