

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт искусственного интеллекта, робототехники и системной инженерии



УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по образовательной деятельности КФУ  
Турилова Е.А.  
20 23 г.



**Программа дисциплины**  
**Основы построения беспилотных авиационных систем**

Направление подготовки: 15.03.06 - Мехатроника и робототехника  
Профиль подготовки: Робототехника и искусственный интеллект  
Квалификация выпускника: бакалавр  
Форма обучения: очное  
Язык обучения: русский  
Год начала обучения по образовательной программе: 2024

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
  - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
  - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и): доктор технических наук, доцент, директор ИИРСИ КФУ Чикрин Д.Е., dmitry.kfu@ya.ru, инженер Галиуллин И.Г. (лаборатория малой вычислительной техники, Институт вычислительной математики и информационных технологий), [isgaliullin@gmail.com](mailto:isgaliullin@gmail.com); магистр Русских М.Д. (кафедра прикладной математики и искусственного интеллекта, Институт вычислительной математики и информационных технологий), MDRusskikh@kpfu.ru .

### 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-5	Способен оценивать потенциальные опасности, сопровождающие испытания эксплуатацию разрабатываемых мехатронных робототехнических систем, и обосновывать меры по их предотвращению
ОПК-2.	Способен применять основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации при решении задач профессиональной деятельности

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

- основные понятия и определения в области БАС;
- принципы работы и компоненты БАС;
- технологии создания и развёртывания БАС;
- стандарты, нормы и регламенты, связанные с построением БАС.

Должен уметь:

- анализировать и решать проблемы в области проектирования, разработки и эксплуатации БАС;
- работать с программным обеспечением для моделирования и анализа БАС;
- разрабатывать и создавать различные типы БАС.

Должен владеть:

- базовыми знаниями в области электротехники, программирования и схемотехники необходимые для разработки БАС;
- навыками разработки и предложения мер по предотвращению потенциальных опасностей для реализации БАС;
- инструментами симуляциями позволяющими визуализировать проектируемую модель БАС.

Должен демонстрировать способность и готовность:

Применять полученные знания и навыки в практической деятельности

### 2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.10 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 15.03.06 Мехатроника и робототехника и относится к части ОПОП ВО, формируемой участниками образовательных отношений.

Осваивается на 3 курсе в 5 семестре.

### 3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных(ые) единиц(ы) на 144 часа(ов).

Контактная работа - 72 часа(ов), в том числе лекции - 36 часа(ов), практические занятия - 36 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 36 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 36 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 5 семестре.

#### 4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

##### 4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Самостоятельная работа
			Лекции, всего	в т.ч. лекции в эл.форме	Практические занятия, всего	в т.ч. практические в эл.форме	Лабораторные работы, всего	в т.ч. лабораторные в эл.форме	
1.	Тема 1. Введение	5	2	0	2	0	0	0	3
2.	Тема 2. Беспилотные летательные аппараты: конструирование, типы и области применения.	5	3	0	3	0	0	0	3
3.	Тема 3. Принципы работы БАС: основные компоненты и их функции	5	3	0	3	0	0	0	3
4.	Тема 4. Системы управления	5	3	0	3	0	0	0	3
	Тема 5. Система сенсорики БАС	5	3	0	3	0	0	0	3
5.	Тема 6. Средства передачи данных и связи для управления БАС	5	3	0	3	0	0	0	3
6.	Тема 7. Технологии компьютерного зрения	5	3	0	3	0	0	0	3
7.	Тема 8. Планирование маршрутов и навигация	5	4	0	4	0	0	0	3
9.	Тема 9. Симуляция и тестирования БАС в системе виртуального моделирования	5	4	0	4	0	0	0	3
10.	Тема 10. Безопасность беспилотных авиационных систем.	5	3	0	3	0	0	0	3
11	Тема 11. Правовые и экономические аспекты беспилотных авиационных систем	5	3	0	3	0	0	0	3
12	Тема 12. Будущее развития беспилотной авиации	5	2	0	2	0	0	0	3
	Итого		36	0	36	0	0	0	36

##### 4.2 Содержание дисциплины (модуля)

###### Тема 1. Введение

Вводное занятие. История развития беспилотной авиации. Классификация и терминология современное состояние. Правовые и нормативные аспекты использования БАС. Основы аэродинамики.

###### Тема 2. Беспилотные летательные аппараты: конструирование, типы и области применения.

БПЛА основные определения, типы БПЛА и их конструкторские особенности. Применения БПЛА в различных областях.

###### Тема 3. Принципы работы БАС: основные компоненты и их функции

Изучение принципов работы БАС. Основные компоненты БПЛА: средства сенсорики, средства передачи данных, технологии компьютерного зрения. Основные компоненты БАС и их функции: БПЛА, наземные станции управления, системы навигации, системы связи.

###### Тема 4. Системы управления БАС

Введение в системы управления беспилотных авиационных систем (БАС). Компоненты системы управления БАС: датчики, контроллеры, исполнительные механизмы. Методы управления БПЛА: ручное управление, автоматическое управление, смешанное управление. Стандарты и нормы в области систем управления БАС, сертификация и лицензирование.

## **Тема 5 Система сенсорики БАС**

Понятие и функции сенсорных систем в беспилотных авиационных системах (БАС). Типы сенсоров, используемых в БАС, и их характеристики. Обработка и анализ данных, полученных от сенсорных систем БАС. Интеграция сенсорных систем с другими компонентами БАС для обеспечения эффективного функционирования системы.

## **Тема 6. Средства передачи данных и связи для управления БАС**

Беспроводные технологии связи для управления БПЛА: виды беспроводной связи (Wi-Fi, Bluetooth, спутниковая связь, LTE), их преимущества и недостатки, стандарты и протоколы применяются в каждой технологии. Каналы связи и протоколы обмена данными для БАС. Системы навигации и позиционирования для БАС: спутниковые системы (GPS, ГЛОНАСС, Galileo), инерциальные навигационные системы, системы на основе сигналов базовых станций и другие. Интеграция средств связи и передачи данных в БАС.

## **Тема 7. Технологии компьютерного зрения**

Введение в компьютерное зрение: основные понятия и определения компьютерного зрения, его применение в беспилотных авиационных системах и базовые алгоритмы обработки изображений. Структуры данных и алгоритмы обработки изображений: структуры данных (массивы пикселей, изображения в градациях серого, цветные изображения и т.д.), алгоритмы обработки этих данных (фильтрацию, сегментацию, обнаружение объектов и слежение за ними). Детектирование и отслеживание объектов: корреляционные фильтры, методы на основе опорных векторов (SVM), нейронных сети. Применение компьютерного зрения в беспилотных авиационных системах.

## **Тема 8. Планирование маршрутов и навигация**

Введение в планирование маршрутов и навигацию: обзор основных понятий, принципов и технологий, используемых в планировании маршрутов и навигации для БАС. Методы планирования маршрутов: изучение различных алгоритмов и методов, используемых для планирования оптимальных маршрутов, включая методы на основе графов, алгоритмы кратчайшего пути, методы клеточных автоматов, и другие. Применения систем технологий навигации в контексте планирование маршрутов БАС.

## **Тема 9. Симуляция и тестирования БАС в системе виртуального моделирования**

Виртуальное моделирование БАС: обзор принципов и техник виртуального моделирования беспилотных авиационных систем. Разработка и тестирование программного обеспечения БАС: изучение методов разработки и тестирования программного обеспечения для систем управления полетом, обработки изображений и других приложений, использующихся в БАС. Интеграция компонентов БАС в виртуальной среде: интеграция различных компонентов БАС, включая системы управления полетом, датчики, системы связи и другие подсистемы, в виртуальной среде моделирования. Оценка производительности и эффективности БАС на основе виртуального моделирования.

## **Тема 10. Безопасность беспилотных авиационных систем.**

Основные понятия и определения в области безопасности БАС. Риски и угрозы для безопасности БАС: классификация и анализ основных рисков и угроз, связанных с эксплуатацией беспилотных авиационных систем. Методы обеспечения безопасности БАС: обзор и анализ современных методов и технологий обеспечения безопасности беспилотных авиационных систем на всех этапах жизненного цикла. Юридические и правовые аспекты безопасности БАС.

## **Тема 11. Правовые и экономические аспекты беспилотных авиационных систем**

Законодательное регулирование БАС: обзор нормативных, регламентирующих разработку, производство, эксплуатацию и утилизацию БАС. Сертификация и лицензирование БАС. Экономические аспекты использования БАС: анализ рынка продукции и услуг, оценка потенциала развития и определение основных экономических показателей. Международное сотрудничество в области БАС.

## **Тема 12. Будущее развития беспилотной авиации**

Технологии искусственного интеллекта и машинного обучения в беспилотной авиации. Беспилотные авиационные системы следующего поколения. Взаимодействие беспилотных авиационных систем с городской инфраструктурой. Применение БАС в сельском хозяйстве, логистике и других отраслях.

## **5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)**

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 6 апреля 2021 года №245)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

## **6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)**

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемыми результатам обучения по дисциплине (модулю);
- критерии оценивания сформированности компетенций;
- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);
- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;
- критерии оценивания для каждого оценочного средства;
- содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.

Фонд оценочных средств по дисциплине находится в Приложении 1 к программе дисциплины (модулю).

## **7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;

- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

## **8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

База данных научной электронной библиотеки - <https://elibrary.ru/>

Электронно-библиотечная система Лань - <https://e.lanbook.com/>

Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс - <https://www.consultant.ru/>

Научная библиотека им. Н.И. Лобачевского - <https://kpfu.ru/library>

База данных научной электронной библиотеки - <https://elibrary.ru/>

## **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

<b>Вид работ</b>	<b>Методические рекомендации</b>
лекции	Лекционные занятия проходят в интерактивной форме, предполагающей вовлечение обучающихся в обсуждение всех предложенных тем. Применяются такие формы лекционных занятий как лекция-презентация, лекция-дискуссия, проблемная лекция, видео-лекция. Студенты активно участвуют в конструировании знаний во время круглых столов, дискуссионных площадок.
практические занятия	Практические занятия, семинары являются одной из основных форм образовательного процесса, ориентированной на усвоение студентами теоретического материала и выработку практических компетенций. Основной целью практических занятий является комплексный контроль усвоения пройденного материала, хода выполнения студентами самостоятельной работы и рассмотрение наиболее сложных и спорных вопросов в рамках темы занятия. Подготовка к семинарам предполагает самостоятельную работу студентов по изучению материала по конкретной теме.
самостоятельная работа	Самостоятельная работа преследует цель закрепить, углубить и расширить знания, полученные студентами в ходе аудиторных занятий, а также сформировать навыки работы с научной, учебной и учебно-методической литературой, развивать творческое, продуктивное мышление обучающихся, их креативные качества, формирование общекультурных и профессиональных компетенций.
Экзамен	Экзамен проводится в письменной форме. В билет включаются открытые вопросы и задачи из перечня вопросов для подготовки к экзамену. Студенту дается 120 минут для выполнения своего варианта экзаменационного задания. По завершению основной части экзамена обучающийся может добрать необходимые баллы в ходе устного опроса студента преподавателем.

#### **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

#### **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

#### **12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;

- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;

- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;

- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;

- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;

- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;

- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:

- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;

- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;

- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 15.03.06 "Мехатроника и робототехника" и профилю подготовки "Робототехника и искусственный интеллект".

*Приложение №1*  
*к рабочей программе дисциплины (модуля)*  
*Б1.В. ДВ.02.01. Основы построения беспилотных авиационных систем*

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Казанский (Приволжский) федеральный университет»  
Институт искусственного интеллекта, робототехники и системной инженерии

**Фонд оценочных средств по дисциплине**

**Б1.В. ДВ.02.01. Основы построения беспилотных авиационных систем**

Направление подготовки: 15.03.06 «Мехатроника и робототехника»

Профиль: Робототехника и искусственный интеллект

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очная

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2024

## СОДЕРЖАНИЕ

1. СООТВЕТСТВИЕ КОМПЕТЕНЦИЙ ПЛАНИРУЕМЫМ РЕЗУЛЬТАТАМ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)
2. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ
3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОЦЕНОК ЗА ФОРМЫ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНУЮ АТТЕСТАЦИЮ
4. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА, ПОРЯДОК ИХ ПРИМЕНЕНИЯ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ
  - 4.1. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ
    - 4.1.1. Тестирование по темам: “Введение”, “Беспилотные летательные аппараты: конструирование, типы и области применения”, “Принципы работы БАС: основные компоненты и их функции”, “Системы управления”, “Система сенсорики БАС”, “Система передачи данных и связи для управления БАС”, “Технологии компьютерного зрения”, “Планирование маршрутов и навигации”, “Симуляция и тестирование БАС”, “Безопасность беспилотных авиационных систем,” “Правовые и экономические аспекты БАС.”
      - 4.1.1.1. Порядок проведения и процедура оценивания
      - 4.1.1.2. Критерии оценивания
      - 4.1.1.3. Содержание оценочного средства
    - 4.1.2. Практические занятия по темам: “Введение”, “Беспилотные летательные аппараты: конструирование, типы и области применения”, “Принципы работы БАС: основные компоненты и их функции”, “Системы управления”, “Система сенсорики БАС”, “Система передачи данных и связи для управления БАС”, “Технологии компьютерного зрения”, “Планирование маршрутов и навигации”, “Симуляция и тестирование БАС.”
      - 4.1.2.1. Порядок проведения и процедура оценивания
      - 4.1.2.2. Критерии оценивания
      - 4.1.2.3. Содержание оценочного средства
  - 4.2. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ
    - 4.2.1. Устный или письменный ответ на вопрос по темам: “Введение”, “Беспилотные летательные аппараты: конструирование, типы и области применения”, “Принципы работы БАС: основные компоненты и их функции”, “Системы управления”, “Система сенсорики БАС”, “Система передачи данных и связи для управления БАС”, “Технологии компьютерного зрения”, “Планирование маршрутов и навигации”, “Симуляция и тестирование БАС”, “Безопасность беспилотных авиационных систем,” “Правовые и экономические аспекты БАС.”
      - 4.2.1.1. Порядок проведения и процедура оценивания
      - 4.2.1.2. Критерии оценивания
      - 4.2.1.3. Оценочные средства
    - 4.2.2. Практические задания по темам “Беспилотные летательные аппараты: конструирование, типы и области применения”, “Принципы работы БАС: основные компоненты и их функции”, “Системы управления”, “Система сенсорики БАС”, “Система передачи данных и связи для управления БАС”, “Технологии компьютерного зрения”, “Планирование маршрутов и навигации”, “Симуляция и тестирование БАС.”
      - 4.2.2.1. Порядок проведения и процедура оценивания
      - 4.2.2.2. Критерии оценивания
      - 4.2.2.3. Оценочные средства

1. Соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю)

Код и наименование компетенции	Индикаторы компетенций достижения	Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации
<p><b>ОПК-2</b> Способен применять основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации при решении задач профессиональной деятельности</p>	<p>ОПК-2. И-1: знает современные информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства, для получения, хранения, переработки информации при решении задач построения БАС  ОПК-2. И-2: умеет выбирать оптимальные современные информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства, для получения, хранения, переработки информации, при решении задач построения БАС  ОПК-2. И-3: владеет технологиями применения современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства, при решении задач построения БАС</p>	<p><b>Текущий контроль:</b>  Тестирование по темам: “Введение”, “Беспилотные летательные аппараты: конструирование, типы и области применения”, “Принципы работы БАС: основные компоненты и их функции”, “Системы управления”, “Система сенсорики БАС”, “Система передачи данных и связи для управления БАС”, “Технологии компьютерного зрения”, “Планирование маршрутов и навигации”, “Симуляция и тестирование БАС”, “Безопасность беспилотных авиационных систем”, “Правовые и экономические аспекты БАС.”  Практические занятия по темам: “Введение”, “Беспилотные летательные аппараты: конструирование, типы и области применения”, “Принципы работы БАС: основные компоненты и их функции”, “Системы управления”, “Система сенсорики БАС”, “Система передачи данных и связи для управления БАС”, “Технологии компьютерного зрения”, “Планирование маршрутов и навигации”, “Симуляция и тестирование БАС.”</p>
<p><b>ПК-5</b> Способен применять основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации при решении задач профессиональной деятельности</p>	<p>ПК-4. И-1: знает принципы работы и построения БАС, чтобы оценивать возможные риски и опасности и робототехнических системах  ПК-4. И-2: умеет анализировать данные и предоставлять информацию о потенциальных рисках и опасностях эксплуатации БАС  ПК-4. И-3: владеет навыками разработки и предложения мер по предотвращению потенциальных опасностей при проектировании и создании БАС</p>	<p><b>Промежуточная аттестация:</b>  Устный или письменный ответ на вопрос по темам: “Введение”, “Беспилотные летательные аппараты: конструирование, типы и области применения”, “Принципы работы БАС: основные компоненты и их функции”, “Системы управления”, “Система сенсорики БАС”, “Система передачи данных и связи для управления БАС”, “Технологии компьютерного зрения”, “Планирование маршрутов и навигации”, “Симуляция и тестирование БАС”, “Безопасность беспилотных авиационных систем”, “Правовые и экономические аспекты БАС.”  Практические задания по темам “Введение”, “Беспилотные летательные аппараты: конструирование, типы и области применения”, “Принципы работы БАС: основные компоненты и их функции”, “Системы управления”, “Система сенсорики БАС”, “Система передачи данных и связи для управления БАС”, “Технологии компьютерного зрения”, “Планирование маршрутов и навигации”, “Симуляция и тестирование БАС.”</p>

## 2. Критерии оценивания сформированности компетенций

Компетенция	Зачтено			Не зачтено
	Высокий уровень (отлично) (86-100 баллов)	Средний уровень (хорошо) (71-85 баллов)	Низкий уровень (удовлетворительно) (56-70 баллов)	Ниже порогового уровня (неудовлетворительно) (0-55 баллов)
ОПК-2 И-1	Знать современные информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства, для получения, хранения, переработки информации при решении задач профессиональной деятельности, знать их преимущества и недостатки применительно к предметной области проекта с учетом имеющихся ограничений	Знать современные информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства, при решении задач профессиональной деятельности, знать их преимущества и недостатки применительно к предметной области проекта с учетом имеющихся ограничений	Иметь представление о современных информационных технологиях, применяемых при решении задач профессиональной деятельности.	Знает на крайне низком уровне современные информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства, для получения, хранения, переработки информации при решении задач профессиональной деятельности, знать их преимущества и недостатки применительно к предметной области проекта с учетом имеющихся ограничений
ОПК-2 И-2	Уметь выбирать оптимальные информационные технологии, сетевые и программные средства для получения, хранения, переработки информации в процессе решения широкого круга профессиональных задач, уметь проводить их сравнительный анализ	Уметь выбирать стандартные информационные технологии, сетевые и программные средства для решения типовых профессиональных задач, уметь проводить их сравнительный анализ	Уметь пользоваться стандартными информационными технологиями, сетевыми и программными средствами для решения типовых учебных задач	Умеет на крайне низком уровне выбирать оптимальные информационные технологии, сетевые и программные средства для получения, хранения, переработки информации в процессе решения широкого круга профессиональных задач, уметь проводить их сравнительный анализ.
ОПК-2 И-3	Владеть навыками выбора информационных технологий, сетевых и программных средств для решения типовых профессиональных задач, навыком проведения их сравнительного анализа и выбора с учетом ограничений внешней среды	Владеть навыками выбора оптимального набора информационных технологий, сетевых и программных средств для решения типовых профессиональных задач	Владеть навыками использования стандартных информационных технологий, сетевых и программных средств для решения типовых учебных задач	Не обладает или владеет на крайне низком уровне навыками выбора информационных технологий, сетевых и программных средств для решения типовых профессиональных задач, навыком проведения их сравнительного анализа и выбора с учетом ограничений внешней среды
ПК-5 И-1	Знает законодательство и стандарты в области безопасности при проведении испытаний и эксплуатации мехатронных и робототехнических систем, способы оценки рисков и определения мер по их минимизации, методы технико-экономического обоснования последствий наступления рисков	Знает законодательство и стандарты в области безопасности при проведении испытаний и эксплуатации мехатронных и робототехнических систем, способы оценки рисков и определения мер по их минимизации	Знает законодательство и стандарты в области безопасности при проведении испытаний и эксплуатации мехатронных и робототехнических систем	Знает на крайне низком уровне законодательство и стандарты в области безопасности при проведении испытаний и эксплуатации мехатронных и робототехнических систем, способы оценки рисков и определения мер по их минимизации, методы технико-экономического обоснования последствий наступления рисков

ПК-5 И-2	Умеет оценивать потенциальные опасности, связанные с испытаниями и эксплуатацией мехатронных и робототехнических систем, разрабатывать и предлагать меры по предотвращению и минимизации потенциальных опасностей, Представлять свои предложения и обоснования перед руководством и коллегами	Умеет оценивать потенциальные опасности, связанные с испытаниями и эксплуатацией мехатронных и робототехнических систем, разрабатывать и предлагать меры по предотвращению и минимизации потенциальных опасностей	Умеет оценивать потенциальные опасности, связанные с испытаниями и эксплуатацией мехатронных и робототехнических систем	Умеет на крайне низком уровне оценивать потенциальные опасности, связанные с испытаниями и эксплуатацией мехатронных и робототехнических систем, разрабатывать и предлагать меры по предотвращению и минимизации потенциальных опасностей, Представлять свои предложения и обоснования перед руководством и коллегами
ПК-5 И-3	Владеет навыками анализа данных и оценки потенциальных рисков и опасностей, презентационными навыками и умением представлять свои предложения перед руководством и коллегами, коммуникативными навыками работы в команде.	Владеет навыками анализа данных и оценки потенциальных рисков и опасностей, презентационными навыками и умением представлять свои предложения перед руководством и коллегами	Владеет навыками анализа данных и оценки потенциальных рисков и опасностей	Не обладает или владеет на крайне низком уровне навыками анализа данных и оценки потенциальных рисков и опасностей, презентационными навыками и умением представлять свои предложения перед руководством и коллегами, коммуникативными навыками работы в команде

### 3. Распределение оценок за формы текущего контроля и промежуточную аттестацию

5 семестр:

Текущий контроль:

1. Тестирование по темам: “Введение”, “Беспилотные летательные аппараты: конструирование, типы и области применения”, “Принципы работы БАС: основные компоненты и их функции”, “Системы управления”, “Система сенсорики БАС”, “Система передачи данных и связи для управления БАС”, “Технологии компьютерного зрения”, “Планирование маршрутов и навигации”, “Симуляция и тестирование БАС”, “Безопасность беспилотных авиационных систем”, “Правовые и экономические аспекты БАС.”- 20 баллов

2. Практические занятия по темам: “Введение”, “Беспилотные летательные аппараты: конструирование, типы и области применения”, “Принципы работы БАС: основные компоненты и их функции”, “Системы управления”, “Система сенсорики БАС”, “Система передачи данных и связи для управления БАС”, “Технологии компьютерного зрения”, “Планирование маршрутов и навигации”, “Симуляция и тестирование БАС.”- 30 баллов

Итого 50 баллов

Промежуточная аттестация – экзамен

Экзамен проходит в письменной форме. Студенту предоставляется 120 минут на письменный ответ по билету и устный ответ по нему. Каждый билет содержит задание, охватывающее все темы дисциплины, предусмотренные Учебной программой.

Билет состоит из двух частей: теоретической (тестовой) и практической (задачи).

В билет входят:

- Вопросы теоретические;
- Вопросы (задания) практические.

Первая часть включает в себя 2 вопроса разных типов. Каждый вопрос оценивается в 15 баллов. Вторая часть состоит из одного практического вопроса (задания), который оценивается в 20 баллов.

Итоговая оценка за экзамен определяется путем суммирования баллов за все правильно выполненные задания билета.

Распределение баллов на экзамене:

1. Вопросы по темам: “Введение”, “Беспилотные летательные аппараты: конструирование, типы и области применения”, “Принципы работы БАС: основные компоненты и их функции”, “Системы управления”, “Система сенсорики БАС”, “Система передачи данных и связи для управления БАС”, “Технологии компьютерного зрения”, “Планирование маршрутов и навигации”, “Симуляция и тестирование БАС”, “Безопасность беспилотных авиационных систем”, “Правовые и экономические аспекты БАС.” – 30 баллов.

2. Практические задания по темам “Введение”, “Беспилотные летательные аппараты: конструирование, типы и области применения”, “Принципы работы БАС: основные компоненты и их функции”, “Системы управления”, “Система сенсорики БАС”, “Система передачи данных и связи для управления БАС”, “Технологии компьютерного зрения”, “Планирование маршрутов и навигации”, “Симуляция и тестирование БАС.”- 20 баллов

Итого 50 баллов

Общее количество баллов по дисциплине за текущий контроль и промежуточную аттестацию:  $50+50=100$  баллов.

Соответствие баллов и оценок:

86-100 – зачтено (отлично)

71-85 – зачтено (хорошо)

56-70 – зачтено (удовлетворительно)

0-55 – не зачтено

#### 4. Оценочные средства, порядок их применения и критерии оценивания

##### 4.1. Оценочные средства текущего контроля

**4.1.1. Тестирование по темам: “Введение”, “Беспилотные летательные аппараты: конструирование, типы и области применения”, “Принципы работы БАС: основные компоненты и их функции”, “Системы управления”, “Система сенсорики БАС”, “Система передачи данных и связи для управления БАС”, “Технологии компьютерного зрения”, “Планирование маршрутов и навигации”, “Симуляция и тестирование БАС”, “Безопасность беспилотных авиационных систем”, “Правовые и экономические аспекты БАС.”**

##### 4.1.1.1. Порядок проведения и процедура оценивания

Тестирование является одной из форм текущего контроля. Тестирование включает Тестовые вопросы, которые охватывают все темы курса, поэтому соответствуют ПК-5 и ОПК-2, знания. Тесты могут включать в себя вопросы с одним или множественным выбором.

Каждый из тестовых вариантов включает в себя 20 вопросов, каждый из которых оценивается в 1 балл. В случае частичного или неверно выполненного задания результат ответа признается равным 0.

Общий итог тестирования рассчитывается путем суммирования баллов за правильные ответы. Тестирование проводится в конце семестра после того, как обучающиеся освоили все темы курса.

##### 4.1.1.2. Критерии оценивания

**Баллы в интервале 86-100% от максимальных ставятся, если обучающийся:**

- студент дал правильные ответы на 17-20 вопросов теста;

**Баллы в интервале 71-85% от максимальных ставятся, если обучающийся:**

- студент дал правильные ответы на 14-17 вопросов теста;

**Баллы в интервале 56-70% от максимальных ставятся, если обучающийся:**

- студент дал правильные ответы на 11-14 вопросов теста;

**Баллы в интервале 0-55% от максимальных ставятся, если обучающийся:**

- студент дал правильные ответы на 10 или менее вопросов теста.

...

##### 4.1.1.3. Содержание оценочного средства

*Пример вариантов тестирования:*

###### Вариант 1

###### 1. Что такое беспилотный летательный аппарат?

- а) Аппарат, управляемый человеком на расстоянии
- б) Аппарат, способный летать без пилота на борту
- в) Аппарат, использующий искусственный интеллект для полета
- г) Аппарат, который может летать и выполнять определенные задачи без участия человека на борту

###### 2. Какие основные области применения беспилотных летательных аппаратов вы знаете?

- а) Сельское хозяйство, строительство, мониторинг окружающей среды
- б) Перевозка грузов, туризм, развлечения
- в) Военные операции, разведка, наблюдение
- г) Все вышеперечисленное

###### 3. Из каких основных компонентов состоит беспилотный летательный аппарат?

- а) Планер, двигатель, система управления
- б) Планер, система сенсорики, система передачи данных
- в) Планер, двигатели, система сенсорики
- г) Планер, двигатели, система управления, система сенсорики

###### 4. Что такое система сенсорики в беспилотном аппарате?

а) Комплекс датчиков, обеспечивающих получение информации о состоянии аппарата и окружающей среде

- б) Комплекс устройств, позволяющих аппарату ориентироваться в пространстве
- в) Комплекс программного обеспечения, обрабатывающего информацию с датчиков
- г) Комплекс оборудования, обеспечивающего связь аппарата с оператором

###### 5. Какое устройство используется для стабилизации углов ориентации БПЛА в полете:

- а) блок инерциальной навигационной системы;
- б) блок стабилизации полета;
- в) блок управления полетом БПЛА;
- г) блок измерения углов стабилизации.

**6. Графическое управляющее программное обеспечение (ПО) осуществляет:**

- а) программирование маршрута и отображение параметров полета;
- б) ручное управление БПЛА;
- в) отображение полета на дисплее;
- г) командное управление полетам БПЛА.

**7. Причина ошибки спутниковой системы навигации во времени является**

- а) дрейф гироскопов;
- б) ошибки Глонасс;
- в) ошибки автопилота;
- г) ошибки бортовой вычислительной машины.

**8. Акселерометр –**

- а) устройство, анализирующее ускорение устройства в трех плоскостях (x,y,z);
- б) устройство, анализирующее скорость устройства в трех плоскостях (x,y,z);
- в) устройство стабилизации в трех плоскостях (x,y,z);
- г) устройств, анализирующее координаты БПЛА в трех плоскостях (x,y,z).

**9. Полная аэродинамическая сила – это:**

- а) равнодействующая силы давления воздуха, направленная под прямым углом к поверхности БВС или его части, и силы трения, касательной к поверхности
- б) равнодействующая силы давления воздуха, направленная под прямым углом к поверхности БВС
- в) равнодействующая силы давления воздуха перпендикулярная к направлению набегающего потока.

**10. Что предполагает сертификация БАС?**

- а) Проверку на соответствие требованиям безопасности
- б) Проверку на экологическую безопасность
- в) Проверку на соответствие законодательству
- г) Проверку на соблюдение прав человека
- д) Все перечисленное
- е) Ничего из перечисленного.

**11. Для каких целей предназначен Bluetooth-модуль:**

- а) для передачи фото и видео файлов;
- б) для стабилизации полета БПЛА;
- в) для определения координат полета БПЛА;
- г) для управление движением БПЛА.

**12. Основная задача комплекса управления БПЛА:**

- а) обеспечить вывод БПЛА в заданный район и выполнение операций в соответствии с полетным заданием;
- б) обеспечить доставку информации, полученной бытовыми средствами БПЛА, на пункт управления;
- в) обеспечить ручное управление БПЛА;
- г) обеспечить связи с другими БПЛА.

**13. В каких странах законодательно регулируются беспилотные авиационные системы (БАС)?**

- а) Только в развитых странах
- б) Только в странах с большой территорией
- в) Только в тех, где есть соответствующие законы
- г) Во всех странах
- д) Нигде не регулируются

**14. Магнитометр – это:**

- а) прибор для измерения характеристик магнитного поля;
- б) электронный компас;
- в) магнитный гироскоп;
- г) измеритель скорости БПЛА.

**15. Гироскоп это:**

- а) устройство, способное реагировать на изменение углов ориентации БПЛА, относительно инерциальной системы отсчета;
- б) устройство для определения направления БПЛА в пространстве;
- в) устройство для измерения скорости БПЛА;

г) устройство для измерения дальности полета БПЛА.

**16. Какие датчики могут быть включены в модель беспилотного аппарата в Gazebo?**

- а) Датчики движения
- б) Датчики расстояния
- в) Датчики положения
- г) Все перечисленные

**17. Какой тип двигателя используется в большинстве беспилотных летательных аппаратов?**

- а) Реактивный двигатель
- б) Винтовой двигатель
- в) Турбореактивный двигатель
- г) Электродвигатель

**18. Какой компонент беспилотного аппарата обрабатывает информацию, полученную от сенсоров?**

- а) Симулятор
- б) Процессор
- в) Навигатор
- г) Передатчик

**19. Какой компонент системы управления обеспечивает выполнение аппаратом поставленных задач?**

- а) Блок управления
- б) Блок навигации
- в) Блок контроля
- г) Блок мониторинга

**20. Какой основной функцией обладает система симуляции беспилотных аппаратов?**

- а) Моделирование различных ситуаций
- б) Обучение операторов
- в) Проверка работы систем
- г) Проверка надежности конструкции

#### **Вариант 2**

**1. Устройство для стабилизации углов ориентации БПЛА в полете:**

- а) блок инерциальной навигационной системы;
- б) блок стабилизации полета;
- в) блок управления полетом БПЛА;
- г) блок измерения углов стабилизации.

**2. Как можно изменить параметры датчиков в Gazebo?**

- а) Через графический интерфейс
- б) С помощью специальных команд
- в) С использованием скриптов
- г) Любым из перечисленных способов

**3. Барометрический датчик давления предназначен для:**

- а) изменение высоты БПЛА;
- б) изменения давления на высоте БПЛА;
- в) измерения давления на уровне Земли;
- г) измерение давления и температуры

**4. Какая основная проблема в правовом регулировании БАС?**

- а) Отсутствие единых стандартов
- б) Отсутствие законодательной базы
- в) Сложность в определении ответственности
- г) Все перечисленные проблемы
- д) Никаких проблем нет

**5. Треугольные крылья способствуют:**

- а) уменьшению подъёмной силы;
- б) увеличению подъёмной силы;
- в) форма крыла не влияет;

г) увеличению подъёмной силы до определенного уровня

**6. Кто контролирует соблюдение законодательства в области БАС?**

- а) Государственные органы
- б) Производители БАС
- в) Операторы БАС
- г) Общественные организации
- д) Все перечисленные
- е) Никто не контролирует

**7. Авиационная безопасность обеспечивается (выберите несколько вариантов):**

- а) службами авиационной безопасности аэродромов или аэропортов
- б) подразделениями ведомственной охраны федерального органа исполнительной власти, уполномоченного в области транспорта (МТ РФ)
- в) органами внутренних дел
- г) службами транспортной безопасности авиационных предприятий
- д) охраной соответствующего объекта
- е) службами авиационной безопасности эксплуатантов (авиационных предприятий)
- ж) полицией, в соответствии с Федеральным Законом "О полиции"

**8. Дайте определение авиационной безопасности?**

- а) состояние защищенности авиации от незаконного вмешательства в деятельность в области авиации
- б) состояние защищенности авиации от незаконного вмешательства в деятельность на борту ВС
- в) комплекс мер по предотвращению незаконного вмешательства в деятельность в области авиации в аэропорту
- г) комплекс мер, а также людские и материальные ресурсы, предназначенные для защиты пассажиров от актов незаконного вмешательства

**9. В зависимости от типа и размера беспилотного летательного аппарата (БПЛА), система сенсорики может включать различные типы датчиков. Какой тип датчика используется для определения скорости аппарата:**

- а) Аналоговый датчик;
- б) Цифровой датчик;
- в) Инфракрасный датчик;
- г) Ультразвуковой датчик.

**10. При проектировании системы сенсорики для БПЛА важно учитывать требования к точности и надежности данных. Какой из датчиков обеспечивает наиболее точные данные о высоте:**

- а) Радиолокационный датчик;
- б) Инерциальный измерительный блок;
- в) Гравитационный датчик;
- г) Барометрический датчик.

**11. Автопилот БПЛА предназначен для:**

- а) автоматического управления БПЛА при полете по заданной траектории;
- б) стабилизация углов ориентации БПЛА в полете;
- в) Определение навигационных параметров (координат, углов движения и т.д.);
- г) выдача телеметрической информации о навигационных параметрах, углах ориентации и параметрах управления БПЛА.

**12. Комплекс управления БПЛА состоит:**

- а) НКУ, БКУ;
- б) НКУ, БКУ, Глонасс;
- в) пункт управления БПЛА, бортового оборудования, телеметрического оборудования

**13. Максимальная высота полета БПЛА устанавливается из условия:**

- а) устойчивости и управляемости;
- б) располагаемого запаса по яге двигателя;
- в) запаса по углу атаки до сваливания;
- г) экономичности полета.

**14. Важной составляющей системы навигации является система сенсорики, включающая различные датчики. Какой из типов датчиков используется для определения текущего положения БАС:**

- а) ГНСС-приемники;
- б) Радиолокационные датчики;
- в) Лазерные дальномеры;
- г) Инфракрасные датчики.

**15. Навигация - это процесс управления движением БАС по заданному маршруту. Какие элементы включает в себя система навигации:**

- а) Средства определения текущего местоположения БАС;
- б) Средства расчета и коррекции маршрута;
- в) Средства контроля за соблюдением правил движения;
- г) Все вышеперечисленное.

**16. Спутниковая навигационная система ГЛОНАСС:**

- а) Российская спутниковая система навигации;
- б) Американско-Российская система навигации
- в) телевизионная система передачи информации;
- г) система мобильной связи.

**17. Уравнения состояния газа, которое связывает параметры газа между собой:**

- а) уравнение Менделеева-Клапейрона;
- б) уравнение Бернулли;
- в) уравнение Менделеева;
- г) уравнение Келдыша.

**18. Какие существуют подходы к решению задач компьютерного зрения?**

- а) Структурные методы
- б) Статистические методы
- в) Геометрические методы

**19. Для каких целей используется Gazebo?**

- а) Для обучения операторов
- б) Для тестирования систем управления
- в) Для создания виртуальных сред
- г) Для всего вышеперечисленного

**20. Цели использования дронов в космосе:**

- А) для стыковки космических аппаратов;
- Б) для выхода на поверхность Луны;
- В) для разведки военных объектов;
- Г) для наведения на космические цели

**4.1.2. Практические задачи по темам: “Введение”, “Беспилотные летательные аппараты: конструирование, типы и области применения”, “Принципы работы БАС: основные компоненты и их функции”, “Системы управления”, “Система сенсорики БАС”, “Система передачи данных и связи для управления БАС”, “Технологии компьютерного зрения”, “Планирование маршрутов и навигации”, “Симуляция и тестирование БАС”, “Безопасность беспилотных авиационных систем”, “Правовые и экономические аспекты БАС.”**

**4.1.2.1. Порядок проведения и процедура оценивания**

Задачи являются одной из форм текущего контроля. Задачи включают в себя задания, которые охватывают все темы курса, поэтому соответствуют ПК-5 и ОПК-2, знания.

Каждый из вариантов включает в себя 2 задачи, каждый из которых оценивается в 15 баллов. В случае неверно выполненного задания результат ответа признается равным 0.

Общий итог тестирования рассчитывается путем суммирования баллов за правильные ответы. Задачи даются в конце семестра после того, как обучающиеся освоили все темы курса.

**4.1.2.2. Критерии оценивания**

**Баллы в интервале 86-100% от максимальных ставятся, если обучающийся:**

Правильно выполнил все задания. Продемонстрировал высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.

**Баллы в интервале 71-85% от максимальных ставятся, если обучающийся:**

Правильно выполнил большую часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.

**Баллы в интервале 56-70% от максимальных ставятся, если обучающийся:**

Задания выполнил более чем наполовину. Присутствуют серьёзные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.

**Баллы в интервале 0-55% от максимальных ставятся, если обучающийся:**

Задания выполнил менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.

#### **4.1.2.3. Содержание оценочного средства**

*Пример вариантов задач:*

1. Знакомство с Robot Operating System (ROS) и Gazebo.
2. Создание мира и использование готовых моделей миров в среде моделирования Gazebo.
3. Разработка кинематической схемы и моделирование БАС.
4. Создание проекта симуляции.
5. Установка датчиков и сенсоров.
6. Использование плагинов.

### **4.2. Оценочные средства промежуточной аттестации**

Экзамен проходит в письменной форме. Студенту предоставляется 120 минут на письменный ответ по билету. Каждый билет содержит задание, охватывающее все темы дисциплины, предусмотренные Учебной программой.

Билет состоит из двух теоретических вопросов.

Вопрос выявляют теоретическую осведомленность студента. При оценке ответа на вопрос также учитывается полнота ответа, его логичность. Решение каждого теоретического вопроса оценивается максимально в 15 баллов; практического - 20 баллов.

Итоговая оценка за экзамен определяется путем суммирования баллов за все правильно выполненные задания билета.

**4.2.1 Устный или письменный ответ на вопрос по темам “Введение”, “Беспилотные летательные аппараты: конструирование, типы и области применения”, “Принципы работы БАС: основные компоненты и их функции”, “Системы управления”, “Система сенсорики БАС”, “Система передачи данных и связи для управления БАС”, “Технологии компьютерного зрения”, “Планирование маршрутов и навигации”, “Симуляция и тестирование БАС”, “Безопасность беспилотных авиационных систем”, “Правовые и экономические аспекты БАС.”**

#### **4.2.1.1. Порядок проведения и процедура оценивания**

В рамках данного курса студенты, помимо изучения теоретического материала и разбора практических примеров должны показать степень усвоения рассмотренного вопроса занятий путем письменного ответа на 2 теоретических вопросов и одного практических. Теоретические материалы и практические примеры студенты совместно с преподавателем изучают на лекционных и практических занятиях соответственно.

Первая часть включает в себя 2 вопроса разных типов. Каждый вопрос оценивается в 15 баллов. Вторая часть включает в себя 1 практический вопрос, который оценивается в 20 баллов.

#### **4.2.1.2. Критерии оценивания**

**Баллы в интервале 86-100% от максимальных ставятся, если обучающийся:**

В ответе качественно раскрыл содержание двух теоретических вопросов билета. Ответ хорошо структурирован. Прекрасно освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован высокий уровень понимания материала. Превосходное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.

**Баллы в интервале 71-85% от максимальных ставятся, если обучающийся:**

Основные вопросы билета раскрыл. Структура ответа в целом адекватна вопросу. Хорошо освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован хороший уровень понимания материала. Хорошее умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.

**Баллы в интервале 56-70% от максимальных ставятся, если обучающийся:**

Выполнил задания билета частично. Ответ слабо структурирован. Понятийный аппарат освоен частично. Понимание отдельных положений из материала по теме. Удовлетворительное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.

**Баллы в интервале 0-55% от максимальных ставятся, если обучающийся:**

Тему двух теоретических вопросов билета не раскрыл. Понятийный аппарат освоен неудовлетворительно. Понимание материала фрагментарное или отсутствует. Неумение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.

**4.2.1.3. Оценочные средства.**

1. Что такое беспилотные летательные аппараты (БАС)?
2. Какова история развития беспилотных летательных аппаратов?
3. Какие основные цели и задачи стоят перед разработчиками БАС?
4. Каковы преимущества и недостатки использования БАС?
5. Какие области применения имеют беспилотные летательные аппараты?
6. Какие основные типы беспилотных летательных аппаратов существуют?
7. Какие технологии используются при конструировании БАС?
8. Какие сенсоры могут быть установлены на беспилотных летательных аппаратах?
9. Опишите основные принципы работы БАС.
10. Каковы основные компоненты беспилотных летательных аппаратов?
11. Какие функции выполняет автопилот в БАС?
12. Что такое GPS и как оно используется в навигации беспилотных аппаратов?
13. Каким образом обеспечивается стабильность полета БАС?
14. Как происходит удаленное управление беспилотными летательными аппаратами?
15. Что такое автономное управление БАС?
16. Какие алгоритмы используются для управления полетом БАС?
17. Опишите стандарты и нормы в области управления БАС.
18. Какие сенсоры используются для восприятия окружающей среды беспилотными летательными аппаратами?
19. Какова роль камер и радаров в системе сенсорики БАС?
20. Как бортовые компьютеры обрабатывают данные, полученные от сенсоров?
21. Как осуществляется передача данных между оператором и БАС?
22. Опишите как происходит интеграция сенсорных систем с другими компонентами БАС.
23. Как обеспечивается связь в режиме реального времени с беспилотными летательными аппаратами?
24. Какие меры безопасности применяются для защиты связи с БАС от взлома?
25. Что такое компьютерное зрение и как оно используется в БАС?
26. Какие алгоритмы обработки изображений применяются в компьютерном зрении для БАС?
27. Как БАС распознают объекты на земле с помощью компьютерного зрения?
28. Какие методы используются для планирования маршрутов беспилотных летательных аппаратов?
29. Как БАС учитывают изменения в окружающей среде при планировании маршрутов?
30. Как обеспечивается точная навигация беспилотных аппаратов в трехмерном пространстве?
31. Как проводятся испытания и тестирование беспилотных летательных аппаратов?
32. Зачем используется симуляция при разработке и обучении БАС?
33. Каким образом моделируются различные сценарии для тестирования БАС в системе Gazebo?
34. Какие меры обеспечивают безопасность использования БАС в гражданском и военном секторах?
35. Какие системы предупреждения столкновений устанавливаются на БАС?
36. Как обеспечивается безопасность данных, собранных беспилотными аппаратами?
37. Какие правовые нормы регулируют операции с беспилотными летательными аппаратами?
38. Какие экономические выгоды могут получить компании, использующие БАС?
39. Какие вызовы существуют в области страхования беспилотных аппаратов?
40. Каковы перспективы развития рынка беспилотных авиационных систем в будущем?

**4.2.2. Практические задания по темам: “ Беспилотные летательные аппараты: конструирование, типы и области применения ”, “ Принципы работы БАС: основные компоненты и их функции ”, “ Системы управления ”, “Система сенсорики БАС”, “ Система передачи данных и связи для управления БАС ”, “Технологии компьютерного зрения ”, “ Планирование маршрутов и навигации ”, “ Симуляция и тестирование БАС. ”**

#### **4.2.2.1. Порядок проведения и процедура оценивания**

В каждом билете на экзамене есть одно практическое задание (задача). При их выполнении следует придерживаться следующего алгоритма:

- 1) Внимательное ознакомление с условием задачи;
- 2) Выбор необходимого метода решения задачи;
- 3) Определение алгоритма решения задачи;
- 4) Последовательный поиск ответа на каждый вопрос задачи;
- 5) Оформление каждого из этапов решения задачи с обоснованием.

#### **4.2.2.2. Критерии оценивания**

**Баллы в интервале 86-100% от максимальных ставятся, если обучающийся:**

Описано полное, логически структурированное решение практической задачи. Продемонстрировано понимание процессов моделирования в среде Gazebo.

**Баллы в интервале 71-85% от максимальных ставятся, если обучающийся:**

Описано полное или частичное, логически структурированное решение практической задачи. Продемонстрировано хороший уровень понимания процессов моделирования в среде Gazebo.

**Баллы в интервале 56-70% от максимальных ставятся, если обучающийся:**

Описано частичное решение практической задачи. Нарушена логика повествования. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень понимания процессов моделирования в среде Gazebo.

**Баллы в интервале 0-55% от максимальных ставятся, если обучающийся:**

Практическое задание выполнено с грубыми ошибками или не выполнено.

#### **4.2.2.3. Содержание оценочного средства**

1. Опишите схему моделирования БАС вертолётного типа в Gazebo, включая соединения, сенсоры, плагины.
2. Опишите схему моделирования БАС самолетного типа в Gazebo, включая соединения, сенсоры, плагины.
3. Разработайте оптимальный алгоритм выполнения полетного задания БАС.
4. Изобразите кинематическую схему БАС вертолётного типа (квадрокоптера) .
5. Опишите последовательность действий для конвертации модели БАС из САПР.
6. Предложите и объясните какие параметры необходимо написать для реализации датчика «Акселерометр»
7. Предложите и объясните какие параметры необходимо написать для реализации датчика «Камера»
8. Предложите и объясните какие параметры необходимо написать для реализации датчика «Инерциальное измерительное устройство»
9. Предложите и объясните какие параметры необходимо написать для реализации датчика «GPS» в среде Gazebo
10. Опишите последовательность действий для решения задачи по запуску (взлету) БАС вертолётного типа в Gazebo.

*Приложение 2  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.В.ДВ.02.01. Основы построения БАС  
процессами*

#### **Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

Направление подготовки: 15.03.06 Мехатроника и робототехника

Профиль подготовки: Робототехника и искусственный интеллект

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2024

#### **Основная литература:**

1. Гарькушев, А.Ю. Защита транспортных терминалов от угроз незаконного применения беспилотных летательных аппаратов: учебное пособие/ А.Ю. Гарькушев , И.Л. Карпова + Доп. материалы [Электронный ресурс; Режим доступа <http://new.znanium.com>]. - (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-9729-1531-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/document?id=433059> (дата обращения: 11.09.2023). - Режим досту-

па: по подписке.

2. Самсонович, С. Л. Основы конструирования исполнительных механизмов приводных систем летательных аппаратов с минимизацией габаритных размеров : учебник / С.Л. Самсонович, В.А. Подшибнев ; под ред. С.Л. Самсоновича. — Москва : ИНФРА-М, 2023. — 391 с. — (Высшее образование: Специалист). — DOI 10.12737/1171992. - ISBN 978-5-16-016512-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1893801> (дата обращения: 11.09.2023). – Режим доступа: по подписке.

3. Чупаев, А. В. Системы автоматизации и управления : учебное пособие / А. В. Чупаев, А. Ю. Шарифуллина. - Казань : КНИТУ, 2020. - 88 с. - ISBN 978-5-7882-2898-3. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1903645> (дата обращения: 11.09.2023). – Режим доступа: по подписке.

#### **Дополнительная литература:**

1. Моделирование и виртуальное прототипирование: Учебное пособие / Косенко И.И., Кузнецова Л.В., Николаев А.В. - Москва :Альфа-М, ИНФРА-М Издательский Дом, 2016. - 176 с. (Технологический сервис) ISBN 978-5-98281-280-3. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/555214> (дата обращения: 11.09.2023). – Режим доступа: по подписке.

2. Брюханов, О. Н. Основы гидравлики, теплотехники и аэродинамики : учебник / О. Н. Брюханов, В. И. Коробко, А. Т. Мелик-Аракелян. — Москва : ИНФРА-М, 2023. — 254 с. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-16-005354-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1904028> (дата обращения: 11.09.2023). – Режим доступа: по подписке.

3. Ефимова, И. Ю. Компьютерное моделирование : учебное пособие / И. Ю. Ефимова, И. Н. Мовчан, Л. А. Савельева. - 3-е изд., стер. - Москва : ФЛИНТА, 2023. - 70 с. - ISBN 978-5-9765-3788-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/2091310> (дата обращения: 11.09.2023). – Режим доступа: по подписке.

**Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Направление подготовки: 15.03.06 Мехатроника и робототехника

Профиль подготовки: Робототехника и искусственный интеллект

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2024

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

Среда моделирования Gazebo

Пакет прикладных программ для решения задач технических вычислений Matlab

Операционная система для роботов ROS (Robot Operating System)