

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Луганский государственный университет имени Владимира Даля»

Институт гражданской защиты  
Кафедра специальных технических средств

УТВЕРЖДАЮ

Директор института гражданской  
защиты



Малкин В.Ю.

2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**«СРЕДСТВА НАВИГАЦИИ И ПОСАДКИ БАС»**

По направлению подготовки 25.03.03 Аэронавигация  
Профиль «Эксплуатация беспилотных авиационных систем»

Луганск 2024

## Лист согласования РПУД

Рабочая программа учебной дисциплины «Средства навигации и посадки БАС» по направлению подготовки 25.03.03 Аэронавигация профиля «Эксплуатация беспилотных авиационных систем» – 24 с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Средства навигации и посадки БАС» составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 25.03.03 Аэронавигация (утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 21.08.2020 г. № 1084).

## СОСТАВИТЕЛИ:

к.т.н., доцент Сыровой Г.В.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры специальные технические средства

«16» 01 2024 года, протокол № 1.

Заведующий кафедрой специальных технических средств  Победа Т. В.

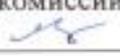
Переутверждена: «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г., протокол № \_\_\_\_\_

## Согласована:

Директор Института гражданской защиты  В.Ю. Малкин

Переутверждена «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ года, протокол № \_\_\_\_\_

Рекомендована на заседании учебно-методической комиссии института гражданской защиты «06» 02 2024 года, протокол № 6.

Председатель учебно-методической комиссии института гражданской защиты  Михайлов Д.В.

### 1. Цели и задачи освоения дисциплины (модуля)

Целью изучения дисциплины «Средства навигации и посадки БАС» является формирование знаний, умений и навыков необходимых для изучения и освоения научных и теоретических основ принципов построения, аппаратной реализации и функционирования современных, наземных и бортовых радиотехнических средств навигации и посадки, обеспечивающих эксплуатацию БАС.

Задачи изучения дисциплины «Средства навигации и посадки БАС»:

- освоение основных положений руководящих документов по использованию БАС;
- изучение основ радиотехнических средств навигации и посадки в интересах эксплуатации БАС;
- получение умений по оценке качества работы радиотехнических средств навигации и посадки для осуществления точной, надежной и безопасной навигации БАС;
- овладение методами и процедурами обеспечения безопасности полетов ВС;
- отработка практических навыков по решению задач, связанных с радиотехническими средствами навигации и посадки БАС.

Дисциплина «Средства навигации и посадки БАС» обеспечивает подготовку выпускника к эксплуатационно-технологическому и сервисному виду профессиональной деятельности.

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

Дисциплина «Средства навигации и посадки БАС» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений модуля обязательных дисциплин учебного плана.

Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются:

*знания:*

- по определению беспилотного летательного аппарата (БПЛА) и его классификация;
- по основным компонентам БПЛА (аппаратное и программное обеспечение);

*умения:*

- поиска и систематизации специальной информации в электронных и иных источниках;
- разработки плана полета с учетом маршрута, высоты и времени;

*владеть навыками:*

- работы с программами для планирования полетов и анализа данных;
- использования симуляторов для тренировки управления БПЛА.

### 3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)

| Код и наименование компетенции  | Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)   | Перечень планируемых результатов  |
|---|---|---|
| ПК-7. Способен выполнять полет БВС СВТ в соответствии с полетным заданием | ПК-7.1 устанавливает связь с органом Единой системы организации воздушного движения и получает разрешение на использование воздушного пространства;<br>ПК-7.2 применяет штатные средства навигации и посадки;<br>ПК-7.3 применяет системы наблюдения БАС; | Знать: методику установления связи с органом Единой системы организации воздушного движения;<br>Уметь: применять штатные средства навигации и посадки;<br>Владеть: принципами системного подхода при расчете летно-технических характеристик БВС СВТ; |

### 4. Структура и содержание дисциплины

#### 4.1 Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

| Вид учебной работы   | Объем часов (зач. ед.)     |               |
|--|----------------------------|---------------|
|  | Очная форма                | Заочная форма |
| <b>Общая учебная нагрузка (всего)</b>  | <b>108</b><br>(3 зач. ед.) | -             |
| <b>Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего)</b><br><b>в том числе:</b>   | <b>68</b>                  | -             |
| Лекции   | 34                         | -             |
| Семинарские занятия  | -                          | -             |
| Практические занятия   | 17                         | -             |
| Лабораторные работы  | 17                         | -             |
| Курсовая работа (курсовой проект)  | -                          | -             |
| Другие формы и методы организации образовательного процесса ( <i>расчетно-графические работы, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинг, компьютерные симуляции, интерактивные лекции, семинары, анализ деловых ситуаций и т.п.</i> ) | -                          | -             |
| <b>Самостоятельная работа студента (всего)</b>   | <b>40</b>                  | -             |
| Форма аттестации   | экзамен                    | -             |

#### 4.2 Содержание разделов дисциплины

##### Семестр 4

##### **Тема 1. Введение в навигацию БПЛА**

Навигация беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) является ключевым аспектом их функционирования. Она включает в себя определение местоположения, направления и высоты полета. Основные методы навигации включают GPS, инерциальные навигационные системы (INS) и радионавигацию. Каждая из этих систем имеет свои преимущества и недостатки. GPS обеспечивает высокую точность, но может быть подвержен помехам. INS, в свою очередь, не зависит от внешних сигналов, но со временем накапливает ошибки. Важно понимать, как различные системы навигации могут быть интегрированы для повышения надежности. Современные БПЛА часто используют комбинированные подходы для достижения наилучших результатов. В лекции рассматриваются основные принципы работы навигационных систем и их применение в БПЛА.

##### **Тема 2. GPS и его роль в навигации БПЛА**

Глобальная система позиционирования (GPS) является основным инструментом для навигации БПЛА. Она позволяет точно определять местоположение аппарата в реальном времени. GPS работает на основе сигналов, передаваемых спутниками, и обеспечивает высокую точность определения координат. Однако, в условиях плохой видимости или в городских каньонах сигнал может быть ослаблен. В лекции рассматриваются принципы работы GPS, его компоненты и методы повышения точности. Также обсуждаются альтернативные системы, такие как ГЛОНАСС и Galileo. Важно понимать, как GPS интегрируется с другими навигационными системами. Лекция также охватывает вопросы калибровки и тестирования GPS-оборудования. В результате, студенты получают представление о значении GPS в навигации БПЛА.

##### **Тема 3. Инерциальные навигационные системы (INS)**

Инерциальные навигационные системы (INS) используются для определения положения и скорости БПЛА без необходимости в внешних сигналах. Они основаны на принципах механики и используют акселерометры и гироскопы для отслеживания движения. INS обеспечивает высокую скорость реакции и надежность, особенно в условиях, когда GPS недоступен. Однако, со временем система может накапливать ошибки, что требует периодической калибровки. В лекции рассматриваются принципы работы INS, их компоненты и методы коррекции ошибок. Также обсуждаются преимущества и недостатки использования INS в БПЛА. Важно понимать, как INS может быть интегрирована с другими навигационными

системами для повышения точности. Лекция также охватывает вопросы тестирования и валидации INS.

#### **Тема 4. Радионавигационные системы**

Радионавигационные системы, такие как VOR и NDB, используются для навигации БПЛА в условиях, когда GPS недоступен или ненадежен. Эти системы основаны на радиосигналах, передаваемых наземными станциями. VOR (VHF Omnidirectional Range) предоставляет информацию о направлении, а NDB (Non-Directional Beacon) — о местоположении. В лекции рассматриваются принципы работы радионавигационных систем и их применение в авиации. Также обсуждаются преимущества и недостатки этих систем по сравнению с GPS и INS. Важно понимать, как радионавигация может быть использована в сочетании с другими методами навигации. Лекция также охватывает вопросы настройки и обслуживания радионавигационного оборудования.

#### **Тема 5. Системы посадки БПЛА**

Системы посадки БПЛА обеспечивают безопасное и точное приземление аппарата. Они включают в себя различные технологии, такие как автоматические системы управления и визуальные системы навигации. Важным аспектом является использование данных о высоте и скорости для управления процессом посадки. В лекции рассматриваются принципы работы систем посадки и их компоненты. Также обсуждаются современные технологии, такие как системы автоматического приземления и визуальные системы. Важно понимать, как системы посадки могут быть интегрированы с навигационными системами. Лекция также охватывает вопросы тестирования и валидации систем посадки.

#### **Тема 6. Автоматизация навигации и посадки БПЛА**

Автоматизация навигации и посадки БПЛА позволяет значительно повысить безопасность и эффективность полетов. Современные системы управления используют алгоритмы для автоматического выполнения маневров. В лекции рассматриваются принципы работы автоматизированных систем и их компоненты. Также обсуждаются преимущества и недостатки автоматизации по сравнению с ручным управлением. Важно понимать, как автоматизация влияет на роль пилота и безопасность полетов. Лекция также охватывает вопросы тестирования и сертификации автоматизированных систем. Современные технологии позволяют значительно улучшить качество автоматизации.

#### **Тема 7. Системы предотвращения столкновений**

Системы предотвращения столкновений играют важную роль в обеспечении безопасности полетов БПЛА. Они используют данные о местоположении и скорости других объектов для предотвращения аварий. В лекции рассматриваются принципы работы систем предотвращения столкновений и их компоненты. Также обсуждаются современные технологии, такие как ADS-B и TCAS. Важно понимать, как системы предотвращения столкновений могут быть интегрированы с навигационными системами. Лекция также охватывает вопросы тестирования и валидации систем предотвращения столкновений. Современные технологии позволяют значительно улучшить безопасность полетов.

#### **Тема 8. Требования к сертификации навигационных и посадочных систем**

Сертификация навигационных и посадочных систем является важным аспектом обеспечения безопасности полетов. В лекции рассматриваются международные стандарты и требования к сертификации. Также обсуждаются процессы тестирования и валидации систем. Важно понимать, как сертификация влияет на эксплуатацию БПЛА. Лекция также охватывает вопросы управления рисками и предотвращения аварий. Современные технологии позволяют значительно улучшить процессы сертификации.

### **4.3 Лекции**

| № п/п | Название темы                   | Объем часов |               |
|-------|---------------------------------|-------------|---------------|
|       |                                 | Очная форма | Заочная форма |
| 1     | Введение в навигацию БПЛА       | 4           |               |
| 2     | GPS и его роль в навигации БПЛА | 4           |               |

|               |   |           |  |
|---------------|---|-----------|--|
| 3             | Инерциальные навигационные системы (INS)                    | 4         |  |
| 4             | Радионавигационные системы                                  | 4         |  |
| 5             | Системы посадки БПЛА  | 4         |  |
| 6             | Автоматизация навигации и посадки БПЛА                      | 4         |  |
| 7             | Системы предотвращения столкновений                         | 5         |  |
| 8             | Требования к сертификации навигационных и посадочных систем | 5         |  |
| <b>Итого:</b> |   | <b>34</b> |  |

#### 4.4 Практические (семинарские) занятия

| № п/п         | Название темы   | Объем часов |               |
|---------------|---|-------------|---------------|
|               |   | Очная форма | Заочная форма |
| 1             | Введение в навигацию БПЛА                                   | 2           |               |
| 2             | GPS и его роль в навигации БПЛА                             | 2           |               |
| 3             | Инерциальные навигационные системы (INS)                    | 2           |               |
| 4             | Радионавигационные системы                                  | 2           |               |
| 5             | Системы посадки БПЛА  | 2           |               |
| 6             | Автоматизация навигации и посадки БПЛА                      | 2           |               |
| 7             | Системы предотвращения столкновений                         | 2           |               |
| 8             | Требования к сертификации навигационных и посадочных систем | 3           |               |
| <b>Итого:</b> |   | <b>17</b>   |               |

#### 4.5 Лабораторные работы

| № п/п         | Название темы   | Объем часов |               |
|---------------|---|-------------|---------------|
|               |   | Очная форма | Заочная форма |
| 1             | Введение в навигацию БПЛА                                   | 2           |               |
| 2             | GPS и его роль в навигации БПЛА                             | 2           |               |
| 3             | Инерциальные навигационные системы (INS)                    | 2           |               |
| 4             | Радионавигационные системы                                  | 2           |               |
| 5             | Системы посадки БПЛА  | 2           |               |
| 6             | Автоматизация навигации и посадки БПЛА                      | 2           |               |
| 7             | Системы предотвращения столкновений                         | 2           |               |
| 8             | Требования к сертификации навигационных и посадочных систем | 3           |               |
| <b>Итого:</b> |   | <b>17</b>   |               |

#### 4.6. Самостоятельная работа студентов

| № п/п | Название темы                            | Вид СРС  | Объем часов |               |
|-------|--|--|-------------|---------------|
|       |  |  | Очная форма | Заочная форма |
| 1     | Введение в навигацию БПЛА                | Подготовка к практическому занятию и к промежуточной аттестации. | 7           |               |
| 2     | GPS и его роль в навигации БПЛА          | Подготовка к практическому занятию и к промежуточной аттестации. | 7           |               |
| 3     | Инерциальные навигационные системы (INS) | Подготовка к практическим занятиям и к промежуточному контролю.  | 7           |               |

|               |   |   |           |  |
|---------------|---|---|-----------|--|
|               |   | Самостоятельный поиск источников информации.  |           |  |
| 4             | Радионавигационные системы                                  | Подготовка к практическим занятиям и к промежуточному контролю.<br>Самостоятельный поиск источников информации. | 7         |  |
| 5             | Системы посадки БПЛА  | Подготовка к практическим занятиям, самостоятельный поиск источников информации.                                | 7         |  |
| 6             | Автоматизация навигации и посадки БПЛА                      | Подготовка к практическим занятиям, самостоятельный поиск источников информации.                                | 8         |  |
| 7             | Системы предотвращения столкновений                         | Подготовка к практическим занятиям, самостоятельный поиск источников информации.                                | 8         |  |
| 8             | Требования к сертификации навигационных и посадочных систем | Подготовка к практическим занятиям, самостоятельный поиск источников информации.                                | 8         |  |
| <b>Итого:</b> |   |   | <b>59</b> |  |

#### **4.7 Курсовые работы/проекты по дисциплине «Средства навигации и посадки БАС»**

Курсовые работы не предусмотрены планом.

#### **5 Образовательные технологии**

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий: объяснительно-иллюстративного обучения (технология поддерживающего обучения, технология проведения учебной дискуссии), информационных технологий (презентационные материалы), развивающих и инновационных образовательных технологий.

Практические занятия проводятся с использованием развивающих, проблемных, проектных, информационных (использование электронных образовательных ресурсов (электронный конспект) образовательных технологий и беспилотных летательных аппаратов.

#### **6 Учебно-методическое и программно-информационное обеспечение дисциплины**

##### **а) основная литература:**

1.Афанасьев, П.П., Беспилотные летательные аппараты. Основы устройства и функционирования [Текст] /И.С. Голубев, В.Н. Новиков, С.Г. Парафесь, под редакцией Голубева И.С. и Туркина И.К. Издательство МАИ, М, 2019г. 3.

2.Лебедев, А.А. Динамика полета беспилотных летательных аппаратов [Текст] / А.А. Лебедев, Л.С. Чернобровкин. –М.: Машиностроение, 2018. –613 с. Дополнительные источники:

3. Беспилотные летательные аппараты: Методики приближенных расчетов основных параметров и характеристик [Текст]/ В. М. Ильюшко, М. М. Митрахович, А. В. Самков и др.; Под общ. ред. В. И. Силкова. –К.: 2019. –304 с., 56 ил.

4. Малкин В.Ю. Аэронавигация беспилотных летательных аппаратов. Курс «Введение в специальность»: учебное пособие /В.Ю. Малкин, Т.В. Победа, Г.В. Сыровой, С.Р. Комраз.- Луганск: ИП Орехов Д.А., 2024.-172 с. - ISBN 978-5-6052742-8-5

**б) дополнительная литература:**

1. Егер, С.М. Проектирование самолетов: учебник для вузов: репр. воспр. изд. 1983 / под.ред С.М. Егера. – 4-е изд. –М.: Логос, 2005. – 648 с.

2. Кан С.Н. Расчет самолета на прочность /С.Н. Кан, И. А. Свердлов.-М: Машиностроение, 1966.-520 с.

3. Подружин Е.Г. Конструкция и проектирование летательных аппаратов. Крыло [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие/ Подружин Е.Г., Рябчиков П.Е.— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2010.—116 с.— Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=548161>.

4. Подружин Е.Г. Конструкция и проектирование летательных аппаратов. Фюзеляж [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие/ Подружин Е.Г., Рябчиков П.Е., Степанов В.М.—Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2011.— 104 с.— Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=548161>.

5. Фролова, О.А. Механизмы и характер разрушения металлических материалов при многократных видах нагружения: методические указания / О.А. Фролова; Оренбургский гос. ун-т. –Оренбург: ОГУ, 2018. – 29 с. – Режим доступа: [http://artlib.osu.ru/web/books/metod\\_all/67184\\_20180605.pdf](http://artlib.osu.ru/web/books/metod_all/67184_20180605.pdf).

**в) методические указания:**

1. Методические указания по изучению бакалаврами дисциплины «Основы применения БАС» по направлению подготовки 25.03.03 «Аэронавигация», 20.03.01 «Техносферная безопасность», 20.05.01 «Пожарная безопасность» / Сост.: Сыровой Г.В., Атрошенко Д.В. – Луганск: Изд-во ЛГУ им. Владимира Даля, 2024 г. – 58 с.

2. Методические указания по изучению бакалаврами дисциплины «Введение в деятельность аэронавигации» по направлению подготовки 25.03.03 «Аэронавигация» профиля «Эксплуатация беспилотных авиационных систем» / Сост.: Сыровой Г.В., Атрошенко Д.В. – Луганск: Изд-во ЛГУ им. Владимира Даля, 2024 г. – 40 с.

**г) интернет-ресурсы:**

1. Министерство образования и науки Российской Федерации – <http://минобрнауки.рф/>  
 2. Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки – <http://obrnadzor.gov.ru/>  
 3. Министерство образования и науки Луганской Народной Республики – <https://minobr.su>

4. Народный совет Луганской Народной Республики – <https://nslnr.su>

5. Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования – <http://fgosvo.ru>

6. Федеральный портал «Российское образование» – <http://www.edu.ru/>

7. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» – <http://window.edu.ru/>

8. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов – <http://fcior.edu.ru/>

**Электронные библиотечные системы и ресурсы:**

1. Электронно-библиотечная система «Консультант студента» – <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>

2. Электронно-библиотечная система «StudMed.ru» –<https://www.studmed.ru>

**Информационный ресурс библиотеки образовательной организации:**

1. Научная библиотека имени А. Н. Коняева – <http://biblio.dahluniver.ru/>

**Информационные ресурсы:**

1. Предметно-ориентированный Web-портал «CALS-CAD-CAM-CAE-технологии» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://cad.tu-bryansk.ru.> – Загл. С экрана – Яз. рус.

2. **Единое окно доступа к образовательным ресурсам** [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://window.edu.ru/>.

### 7 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Освоение дисциплины «Средства навигации и посадки БАС» предполагает использование академических аудиторий, соответствующих действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Прочее: рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет, беспилотные летательные аппараты, спортивная площадка.

Программное обеспечение:

| <b>Функциональное назначение</b> | <b>Бесплатное программное обеспечение</b> | <b>Ссылки</b>   |
|----------------------------------|---|---|
| Офисный пакет                    | Libre Office 6.3.1                        | <a href="https://www.libreoffice.org/">https://www.libreoffice.org/</a><br><a href="https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice">https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice</a>  |
| Операционная система             | UBUNTU 19.04                              | <a href="https://ubuntu.com/">https://ubuntu.com/</a><br><a href="https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu">https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu</a>  |
| Браузер                          | Firefox Mozilla                           | <a href="http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx">http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx</a>   |
| Браузер                          | Opera                                     | <a href="http://www.opera.com">http://www.opera.com</a>   |
| Почтовый клиент                  | Mozilla Thunderbird                       | <a href="http://www.mozilla.org/ru/thunderbird">http://www.mozilla.org/ru/thunderbird</a>   |
| Файл-менеджер                    | Far Manager                               | <a href="http://www.farmanager.com/download.php">http://www.farmanager.com/download.php</a>   |
| Архиватор                        | 7Zip                                      | <a href="http://www.7-zip.org/">http://www.7-zip.org/</a>   |
| Графический редактор             | GIMP (GNU Image Manipulation Program)     | <a href="http://www.gimp.org/">http://www.gimp.org/</a><br><a href="http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8">http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8</a><br><a href="http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP">http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP</a> |
| Редактор PDF                     | PDFCreator                                | <a href="http://www.pdfforge.org/pdfcreator">http://www.pdfforge.org/pdfcreator</a>   |
| Аудиоплеер                       | VLC                                       | <a href="http://www.videolan.org/vlc/">http://www.videolan.org/vlc/</a>   |

**8. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)**

**Паспорт  
оценочных средств по учебной дисциплине**

«Средства навигации и посадки БАС»

Описание уровней сформированности и критериев оценивания компетенций на этапах их формирования в ходе изучения дисциплины

| Этап                  | Код компетенции   | Уровни сформированности компетенции | Критерии оценивания компетенции  |
|-----------------------|---|-------------------------------------|--|
| <b>Начальный</b>      | ПК-7. Способен выполнять полет БВС СВТ в соответствии с полетным заданием | <b>Пороговый</b>                    | <b>знать:</b> основные принципы навигации БПЛА, типы навигационных систем и требования к сертификации                      |
| <b>Основной</b>       |   | <b>Базовый</b>                      | <b>уметь:</b> анализировать навигационные данные, настраивать навигационные системы и использовать программное обеспечение |
| <b>Заключительный</b> |   | <b>Высокий</b>                      | <b>владеть:</b> навыками работы с навигационными системами, оборудованием для тестирования и методами автоматизации        |

Перечень компетенций (элементов компетенций), формируемых в результате освоения учебной дисциплины

| № п/п | Код компетенции | Формулировка контролируемой компетенции                             | Индикаторы достижений компетенции (по дисциплине)   | Темы учебной дисциплины  | Этапы формирования (семестр изучения)    |
|-------|-----------------|---|---|--|--|
| 1     | ПК-7            | Способен выполнять полет БВС СВТ в соответствии с полетным заданием | ПК-7.1 устанавливает связь с органом Единой системы организации воздушного движения и получает разрешение на использование воздушного пространства;<br>ПК-7.2 применяет штатные средства навигации и посадки;<br>ПК-7.3 применяет системы наблюдения БАС; | <i>Тема 1. Введение в навигацию БПЛА</i><br><i>Тема 2. GPS и его роль в навигации БПЛА</i><br><i>Тема 3. Инерциальные навигационные системы (INS)</i><br><i>Тема 4. Радионавигационные системы</i><br><i>Тема 5. Системы посадки БПЛА</i><br><i>Тема 6. Автоматизация навигации и посадки БПЛА</i><br><i>Тема 7. Системы предотвращения столкновений</i><br><i>Тема 8. Требования к сертификации навигационных и посадочных систем</i> | Начальный, Основной, Заключительный<br>4 |

Показатели и критерии оценивания компетенций, описание шкал оценивания

| № п/п | Код компетенции | Индикаторы достижений компетенции   | Планируемые результаты обучения по дисциплине  | Контролируемые темы учебной дисциплины   | Наименование оценочного средства   |
|-------|-----------------|---|--|--|--|
| 1.    | ПК-7            | ПК-7.1 устанавливает связь с органом Единой системы организации воздушного движения и получает разрешение на использование воздушного пространства; | знать: понимание терминов, таких как динамика полета, устойчивость, маневрирование, аэродинамические силы и моменты законов аэродинамики и механики, применимых к БПЛА | <i>Тема 1. Введение в навигацию БПЛА</i><br><i>Тема 2. GPS и его роль в навигации БПЛА</i><br><i>Тема 3. Инерциальные навигационные системы (INS)</i><br><i>Тема 4. Радионавигационные системы</i> | Вопросы для комбинированного контроля усвоения теоретического материала, задания по практическим |

|  |  |   |  |  |
|--|--|---|--|--|
|  | ПК-7.2 применяет штатные средства навигации и посадки;<br>ПК-7.3 применяет системы наблюдения БАС; | уметь: осуществлять управление БПЛА в ручном и автоматическом режиме;<br>анализировать устойчивость и маневрирование БПЛА с использованием математических моделей<br>владеть: навыками использования сенсоров и камер для сбора данных во время полета; навыками работы с программным обеспечением для анализа данных | <i>Тема 5. Системы посадки БПЛА</i><br><i>Тема 6. Автоматизация навигации и посадки БПЛА</i><br><i>Тема 7. Системы предотвращения столкновений</i><br><i>Тема 8. Требования к сертификации навигационных и посадочных систем</i> | им занятиям, реферат, лабораторные работы, экзамен |
|--|--|---|--|--|

**1. Вопросы для комбинированного контроля усвоения теоретического материала (пороговый уровень):**

1. Что такое БПЛА и какие основные функции они выполняют?
2. Каковы основные компоненты навигационной системы БПЛА?
3. Объясните принцип работы GPS и его роль в навигации БПЛА.
4. Что такое инерциальная навигационная система (INS) и как она функционирует?
5. Каковы преимущества и недостатки использования GPS по сравнению с INS?
6. Что такое радионавигация и какие системы к ней относятся?
7. Как работает система VOR и как она используется в навигации БПЛА?
8. Что такое система предотвращения столкновений и как она интегрируется в БПЛА?
9. Каковы основные методы автоматизации навигации и посадки БПЛА?
10. Объясните, как осуществляется автоматическое приземление БПЛА.
11. Каковы требования к сертификации навигационных и посадочных систем БПЛА?
12. Что такое система ADS-B и как она используется в авиации?
13. Как осуществляется мониторинг состояния БПЛА во время полета?
14. Каковы основные факторы, влияющие на точность навигационных систем БПЛА?
15. Что такое калибровка навигационных систем и почему она важна?
16. Каковы основные принципы работы систем управления полетом БПЛА?
17. Как осуществляется интеграция различных навигационных систем в БПЛА?
18. Что такое алгоритмы маршрутизации и как они применяются в БПЛА?
19. Каковы современные тенденции в области навигационных технологий для БПЛА?
20. Как осуществляется обучение операторов БПЛА в области навигации и посадки?
21. Что такое система управления движением и как она влияет на навигацию БПЛА?
22. Каковы основные проблемы, с которыми сталкиваются навигационные системы БПЛА?
23. Как осуществляется тестирование и валидация навигационных систем БПЛА?
24. Что такое геозонирование и как оно используется в навигации БПЛА?
25. Каковы экологические аспекты использования навигационных систем в БПЛА?
26. Как осуществляется связь между БПЛА и наземными службами?
27. Что такое система управления воздушным движением (СУВД) и как она взаимодействует с БПЛА?

28. Каковы основные аспекты безопасности при использовании навигационных систем БПЛА?

29. Как осуществляется анализ данных о полетах для улучшения навигационных систем?

30. Каковы перспективы развития навигационных технологий для БПЛА в будущем?  
Критерии и шкала оценивания по оценочному средству

*«комбинированный контроль усвоения теоретического материала»*

| Шкала оценивания<br>(интервал баллов) | Критерий оценивания   |
|---------------------------------------|---|
| 5                                     | Ответ дан на высоком уровне (студент в полном объеме осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, владеет профильным понятийным (категориальным) аппаратом и т.п.) |
| 4                                     | Ответ дан на среднем уровне (студент в целом осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, допустив некоторые неточности и т.п.)                                    |
| 3                                     | Ответ дан на низком уровне (студент допустил существенные неточности, изложил материал с ошибками, не владеет в достаточной степени профильным категориальным аппаратом и т.п.)                       |
| 2                                     | Ответ дан на неудовлетворительном уровне или не представлен (студент не готов, не выполнил задание и т.п.)  |

## 2. Тестовые задания (пороговый уровень)

1. Какой из следующих методов навигации использует спутниковые сигналы?

- А) Инерциальная навигация
- В) Радионавигация
- С) GPS
- D) Оптическая навигация

2. Что такое INS?

- А) Интегрированная навигационная система
- В) Инерциальная навигационная система
- С) Информационная навигационная система
- D) Инновационная навигационная система

3. Какой из следующих сигналов используется в системе VOR?

- А) Радиосигнал
- В) Спутниковый сигнал
- С) Лазерный сигнал
- D) Ультразвуковой сигнал

4. Какова основная функция системы ADS-B?

- А) Определение высоты
- В) Передача данных о местоположении
- С) Управление движением
- D) Автоматическое приземление

5. Какой из следующих факторов может повлиять на точность GPS?

- А) Атмосферные условия

- В) Высота полета
  - С) Скорость БПЛА
  - D) Все вышеперечисленные
6. Что такое геозонирование?
- А) Определение высоты полета
  - В) Установка виртуальных границ для БПЛА
  - С) Измерение скорости
  - D) Автоматическое приземление
7. Какой из следующих методов используется для автоматического приземления БПЛА?
- А) Ручное управление
  - В) Система визуального наведения
  - С) Инерциальная навигация
  - D) GPS
8. Какой из следующих типов навигации не требует внешних сигналов?
- А) GPS
  - В) Радионавигация
  - С) Инерциальная навигация
  - D) Спутниковая навигация
9. Какой из следующих компонентов не является частью системы навигации БПЛА?
- А) Акселерометры
  - В) Гироскопы
  - С) Двигатели
  - D) GPS-приемники
10. Какой из следующих факторов не влияет на работу радионавигационных систем?
- А) Географическое положение
  - В) Атмосферные условия
  - С) Время суток
  - D) Цвет БПЛА
11. Что такое система предотвращения столкновений?
- А) Система для автоматического приземления
  - В) Система для определения высоты
  - С) Система для предотвращения аварий между воздушными судами
  - D) Система для управления движением
12. Какой из следующих методов используется для калибровки навигационных систем?
- А) Тестирование в реальных условиях
  - В) Визуальная проверка
  - С) Сравнение с эталонными данными
  - D) Все вышеперечисленные
13. Какой из следующих типов навигации использует наземные станции?
- А) GPS

- B) INS
  - C) Радионавигация
  - D) Оптическая навигация
14. Какой из следующих факторов может привести к накоплению ошибок в INS?
- A) Внешние воздействия
  - B) Длительность полета
  - C) Неправильная установка
  - D) Все вышеперечисленные
15. Какой из следующих сигналов используется в системе NDB?
- A) Радиосигнал
  - B) Спутниковый сигнал
  - C) Лазерный сигнал
  - D) Ультразвуковой сигнал
16. Какой из следующих методов используется для анализа данных о полетах?
- A) Статистический анализ
  - B) Визуальная проверка
  - C) Сравнение с эталонными данными
  - D) Все вышеперечисленные
17. Какой из следующих аспектов не относится к безопасности навигационных систем?
- A) Защита от помех
  - B) Обучение операторов
  - C) Эстетика оборудования
  - D) Тестирование систем
18. Какой из следующих типов навигации обеспечивает наибольшую точность?
- A) Инерциальная навигация
  - B) Радионавигация
  - C) GPS
  - D) Оптическая навигация
19. Какой из следующих факторов может повлиять на работу системы ADS-B?
- A) Атмосферные условия
  - B) Высота полета
  - C) Наличие других воздушных судов
  - D) Все вышеперечисленные
20. Какой из следующих методов используется для предотвращения столкновений между БПЛА?
- A) Система ADS-B
  - B) Инерциальная навигация
  - C) GPS
  - D) Радионавигация

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству «тестирование»

| Шкала оценивания<br>(интервал баллов) | Критерий оценивания           |
|---------------------------------------|-------------------------------|
| 5                                     | 85 – 100% правильных ответов  |
| 4                                     | 71 – 85% правильных ответов   |
| 3                                     | 61 – 70% правильных ответов   |
| 2                                     | 60% правильных ответов и ниже |

### 3. Практическое задание

(высокий уровень)

1. Настройка GPS-приемника: Проведите настройку GPS-приемника на БПЛА, включая калибровку и проверку точности.

2. Использование INS: Выполните тестовый полет с использованием инерциальной навигационной системы (INS) и проанализируйте полученные данные о местоположении и скорости.

3. Планирование маршрута: Используя программное обеспечение для планирования полетов, создайте маршрут для БПЛА с учетом ограничений и геозонирования.

4. Калибровка радионавигационной системы: Проведите калибровку радионавигационной системы (например, VOR или NDB) и протестируйте ее работу в полете.

5. Анализ данных полета: Соберите данные о полете БПЛА и выполните их анализ, включая оценку точности навигации и возможные ошибки.

6. Тестирование системы предотвращения столкновений: Проведите тестирование системы предотвращения столкновений на БПЛА, используя симуляцию различных сценариев.

7. Использование системы ADS-B: Настройте и протестируйте систему ADS-B на БПЛА, оценив ее эффективность в передаче данных о местоположении.

8. Проверка работы геозонирования: Создайте виртуальные границы для БПЛА и протестируйте, как система реагирует на пересечение этих границ.

9. Симуляция автоматического приземления: Проведите симуляцию автоматического приземления БПЛА с использованием навигационных систем и оцените результаты.

10. Работа с программным обеспечением для анализа данных: Используйте специализированное программное обеспечение для анализа данных о полетах и создания отчетов.

11. Проверка работы радионавигационных систем: Проведите тестирование радионавигационных систем в различных условиях и оцените их точность и надежность.

12. Сравнительный анализ навигационных систем: Выполните сравнительный анализ различных навигационных систем (GPS, INS, радионавигация) на основе данных полета.

13. Обучение операторов: Подготовьте и проведите учебный семинар для операторов БПЛА по использованию навигационных систем.

14. Разработка алгоритма маршрутизации: Разработайте алгоритм маршрутизации для БПЛА, учитывающий различные факторы, такие как погода и препятствия.

15. Оценка влияния атмосферных условий: Проведите эксперимент по оценке влияния различных атмосферных условий на работу навигационных систем БПЛА. Критерии и шкала оценивания по оценочному средству «*практическое задание*»

| Шкала оценивания<br>(интервал баллов) | Критерий оценивания   |
|---------------------------------------|---|
| 5                                     | Практические задания выполнены на высоком уровне (правильные ответы даны на 90 – 100% вопросов/задач)   |
| 4                                     | Практические задания выполнены на среднем уровне (правильные ответы даны на 75 – 89% вопросов/задач)    |
| 3                                     | Практические задания выполнены на низком уровне (правильные ответы даны на 50 – 74% вопросов/задач)     |
| 2                                     | Практические задания выполнены на неудовлетворительном уровне (правильные ответы даны менее чем на 50%) |

#### 4. Лабораторные работы (высокий уровень)

##### 1. Лабораторная работа: Настройка и калибровка GPS-приемника

В этой лабораторной работе студенты научатся настраивать и калибровать GPS-приемник для БПЛА. Они изучат основные параметры, такие как частота обновления и точность. Студенты проведут тесты на открытой местности, чтобы оценить качество сигнала. В процессе работы они будут использовать специальные инструменты для измерения точности. Также будет рассмотрено влияние атмосферных условий на работу GPS. Студенты научатся интерпретировать данные, полученные от приемника. В конце работы они подготовят отчет о проведенных тестах и полученных результатах. Лабораторная работа поможет понять важность правильной настройки навигационного оборудования. Это знание будет полезно для дальнейшей эксплуатации БПЛА.

##### 2. Лабораторная работа: Исследование инерциальной навигационной системы (INS)

В этой работе студенты изучат принципы работы INS и ее применение в БПЛА. Они проведут тестовый полет, используя только данные от INS для навигации. Студенты будут отслеживать изменения положения и скорости в реальном времени. В процессе работы они оценят точность INS по сравнению с GPS. Также будет рассмотрено влияние времени полета на накопление ошибок. Студенты научатся калибровать INS и корректировать ошибки. В конце работы они подготовят сравнительный анализ данных от INS и GPS. Это поможет понять, как использовать INS в условиях, когда GPS недоступен.

##### 3. Лабораторная работа: Калибровка радионавигационной системы (VOR/NDB)

В этой лабораторной работе студенты научатся калибровать радионавигационные системы, такие как VOR и NDB. Они изучат принципы работы этих систем и их применение в авиации. Студенты проведут тесты на наземной станции, чтобы проверить точность навигации. В процессе работы они будут использовать специальные инструменты для измерения радиосигналов. Также будет рассмотрено влияние окружающей среды на работу радионавигационных систем. Студенты научатся интерпретировать данные, полученные от

радионавигационных систем. В конце работы они подготовят отчет о проведенных тестах и полученных результатах. Это знание будет полезно для дальнейшей эксплуатации БПЛА.

#### 4. Лабораторная работа: Анализ данных полета БПЛА

В этой работе студенты соберут данные о полете БПЛА и проведут их анализ. Они изучат различные параметры, такие как высота, скорость и координаты. Студенты научатся использовать программное обеспечение для обработки данных. В процессе работы они оценят точность навигационных систем на основе собранных данных. Также будет рассмотрено влияние различных факторов на точность навигации. Студенты подготовят отчет с графиками и диаграммами, иллюстрирующими результаты анализа. Это поможет понять, как данные о полете могут быть использованы для улучшения навигационных систем.

#### 5. Лабораторная работа: Тестирование системы предотвращения столкновений

В этой лабораторной работе студенты протестируют систему предотвращения столкновений на БПЛА. Они создадут сценарии, в которых БПЛА будет находиться вблизи других воздушных судов. Студенты оценят, как система реагирует на потенциальные угрозы. В процессе работы они будут использовать симуляторы для создания различных условий полета. Также будет рассмотрено влияние различных факторов на эффективность системы. Студенты подготовят отчет о проведенных тестах и полученных результатах. Это знание поможет понять, как системы предотвращения столкновений могут повысить безопасность полетов.

#### 6. Лабораторная работа: Использование системы ADS-B

В этой работе студенты изучат систему автоматического зависящего наблюдения (ADS-B) и ее применение в БПЛА. Они настроят систему на БПЛА и протестируют ее работу в реальных условиях. Студенты оценят, как система передает данные о местоположении и скорости. В процессе работы они изучат, как ADS-B взаимодействует с другими воздушными судами и наземными службами. Также будет рассмотрено влияние различных факторов на работу системы. Студенты под

#### 7. Лабораторная работа: Геозонирование и его применение

В этой лабораторной работе студенты изучат концепцию геозонирования и его применение в БПЛА. Они создадут виртуальные границы для БПЛА и протестируют, как система реагирует на пересечение этих границ. Студенты оценят, как геозонирование может использоваться для предотвращения несанкционированных полетов. В процессе работы они изучат, как настраивать геозоны в программном обеспечении. Также будет рассмотрено влияние различных факторов на работу системы. Студенты подготовят отчет о проведенных тестах и полученных результатах. Это знание поможет понять, как геозонирование может повысить безопасность полетов.

#### 8. Лабораторная работа: Симуляция автоматического приземления

В этой работе студенты проведут симуляцию автоматического приземления БПЛА. Они изучат, как навигационные системы взаимодействуют для обеспечения безопасного приземления. Студенты оценят, как различные факторы, такие как скорость и высота, влияют на процесс приземления. В процессе работы они будут использовать симуляторы для создания различных условий приземления. Также будет рассмотрено влияние внешних факторов на автоматическое приземление. Студенты подготовят отчет о проведенных тестах и полученных результатах. Это знание поможет понять, как автоматизация может повысить безопасность приземления.

#### 9. Лабораторная работа: Работа с программным обеспечением для анализа данных

В этой лабораторной работе студенты научатся использовать специализированное программное обеспечение для анализа данных о полетах. Они соберут данные о полете БПЛА и проведут их обработку. Студенты изучат, как создавать графики и диаграммы для визуализации данных. В процессе работы они оценят, как данные могут быть использованы для улучшения навигационных систем. Также будет рассмотрено влияние различных факторов на точность навигации. Студенты подготовят отчет с графиками и диаграммами, иллюстрирующими результаты анализа. Это знание поможет понять, как данные о полете могут быть использованы для улучшения навигационных систем.

#### 10. Лабораторная работа: Проверка работы радионавигационных систем

В этой работе студенты протестируют радионавигационные системы в различных условиях. Они изучат, как VOR и NDB работают в реальных условиях. Студенты проведут тесты на наземной станции, чтобы проверить точность навигации. В процессе работы они будут использовать специальные инструменты для измерения радиосигналов. Также будет рассмотрено влияние окружающей среды на работу радионавигационных систем. Студенты подготовят отчет о проведенных тестах и полученных результатах. Это знание будет полезно для дальнейшей эксплуатации БПЛА.

#### 11. Лабораторная работа: Сравнительный анализ навигационных систем

В этой лабораторной работе студенты проведут сравнительный анализ различных навигационных систем (GPS, INS, радионавигация). Они соберут данные о полете БПЛА, используя разные системы навигации. Студенты оценят точность и надежность каждой системы. В процессе работы они подготовят графики и диаграммы для визуализации результатов. Также будет рассмотрено влияние различных факторов на точность навигации. Студенты подготовят отчет с выводами о преимуществах и недостатках каждой системы. Это знание поможет понять, как выбрать подходящую навигационную систему для конкретных условий.

#### 12. Лабораторная работа: Обучение операторов БПЛА

В этой работе студенты подготовят и проведут учебный семинар для операторов БПЛА по использованию навигационных систем. Они разработают учебные материалы и презентации. Студенты оценят, как различные аспекты навигации могут быть представлены для обучения. В процессе работы они проведут практические занятия, чтобы продемонстрировать работу навигационных систем. Также будет рассмотрено, как обучать операторов безопасному использованию БПЛА. Студенты подготовят отчет о проведенном семинаре и полученных результатах. Это знание поможет понять, как эффективно обучать операторов.

#### 13. Лабораторная работа: Разработка алгоритма маршрутизации

В этой лабораторной работе студенты разработают алгоритм маршрутизации для БПЛА. Они изучат, как учитывать различные факторы, такие как погода и препятствия, при планировании маршрута. Студенты протестируют алгоритм в симуляторе, чтобы оценить его эффективность. В процессе работы они подготовят графики и диаграммы для визуализации результатов. Также будет рассмотрено влияние различных факторов на маршрутизацию. Студенты подготовят отчет с выводами о разработанном алгоритме. Это знание поможет понять, как эффективно планировать маршруты для БПЛА.

#### 14. Лабораторная работа: Оценка влияния атмосферных условий

В этой работе студенты проведут эксперимент по оценке влияния различных атмосферных условий на работу навигационных систем БПЛА. Они соберут данные о полете в различных условиях, таких как дождь, туман и сильный ветер. Студенты оценят, как эти условия влияют на точность навигации. В процессе работы они подготовят графики и диаграммы для визуализации результатов. Также будет рассмотрено влияние различных

факторов на работу навигационных систем. Студенты подготовят отчет с выводами о влиянии атмосферных условий. Это знание поможет понять, как адаптировать навигационные системы к различным условиям.

#### 15. Лабораторная работа: Тестирование и валидация навигационных систем

В этой лабораторной работе студенты проведут тестирование и валидацию навигационных систем БПЛА. Они разработают тестовые сценарии для оценки точности и надежности систем. Студенты соберут данные о полете и проведут их анализ. В процессе работы они подготовят графики и диаграммы для визуализации результатов. Также будет рассмотрено влияние различных факторов на точность навигации. Студенты подготовят отчет с выводами о проведенных тестах и полученных результатах. Это знание поможет понять, как обеспечить надежность навигационных систем.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству «лабораторные работы»

| Шкала оценивания (интервал баллов) | Критерий оценивания  |
|------------------------------------|--|
| 5                                  | Лабораторная работа выполнены на высоком уровне (правильные ответы даны на 90 – 100% вопросов/задач)   |
| 4                                  | Лабораторные работы выполнены на среднем уровне (правильные ответы даны на 75 – 89% вопросов/задач)    |
| 3                                  | Лабораторные работы выполнены на низком уровне (правильные ответы даны на 50 – 74% вопросов/задач)     |
| 2                                  | Лабораторные работы выполнены на неудовлетворительном уровне (правильные ответы даны менее чем на 50%) |

### 5. Реферат

(базовый уровень)

#### 1. История развития навигационных систем для БПЛА

Обзор ключевых этапов и технологий, которые повлияли на эволюцию навигационных систем для беспилотных летательных аппаратов.

#### 2. Принципы работы GPS и его применение в БПЛА

Анализ работы глобальной системы позиционирования (GPS) и ее роли в навигации беспилотников.

#### 3. Инерциальные навигационные системы (INS): преимущества и недостатки

Исследование принципов работы INS и их применения в условиях, когда GPS недоступен.

#### 4. Радионавигационные системы: VOR и NDB

Обзор радионавигационных систем, их принципов работы и применения в авиации.

#### 5. Системы предотвращения столкновений для БПЛА

Анализ технологий и методов, используемых для предотвращения столкновений между беспилотными летательными аппаратами.

#### 6. Автоматизация навигации и посадки БПЛА

Обзор современных автоматизированных систем и их влияние на безопасность и эффективность полетов.

#### 7. Система ADS-B: принципы работы и применение

Исследование системы автоматического зависящего наблюдения и ее роли в обеспечении безопасности полетов.

#### 8. Геозонирование: концепция и применение в БПЛА

Анализ принципов геозонирования и его использования для предотвращения несанкционированных полетов.

#### 9. Влияние атмосферных условий на навигационные системы БПЛА

Исследование того, как различные атмосферные условия могут повлиять на точность навигации.

10. Требования к сертификации навигационных систем для БПЛА

Обзор международных стандартов и требований к сертификации навигационного оборудования.

11. Современные тенденции в области навигационных технологий для БПЛА

Анализ новых технологий и их влияние на развитие навигационных систем для беспилотников.

12. Использование искусственного интеллекта в навигации БПЛА

Исследование применения ИИ для улучшения навигационных систем и автоматизации процессов.

13. Сравнительный анализ навигационных систем: GPS, INS и радионавигация

Сравнение различных навигационных систем по точности, надежности и применимости.

14. Обучение операторов БПЛА: навигационные аспекты

Обзор методов и подходов к обучению операторов беспилотников в области навигации.

15. Будущее навигационных технологий для БПЛА

Прогнозы и перспективы развития навигационных систем и технологий для беспилотных летательных аппаратов.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству» реферат»

| Шкала оценивания<br>(интервал баллов) | Критерий оценивания  |
|---------------------------------------|--|
| 5                                     | Реферат представлен на высоком уровне (студент в полном объеме осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, владеет профильным понятийным (категориальным) аппаратом и т.п.). Оформлен в соответствии с требованиями, предъявляемыми к данному виду работ |
| 4                                     | Реферат представлен на среднем уровне (студент в целом осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, допустив некоторые неточности и т.п.). В оформлении допущены некоторые неточности в соответствии с требованиями, предъявляемыми к данному виду работ  |
| 3                                     | Реферат представлен на низком уровне (студент допустил существенные неточности, изложил материал с ошибками, не владеет в достаточной степени профильным категориальным аппаратом и т.п.). В оформлении допущены ошибки в соответствии с требованиями, предъявляемыми к данному виду работ   |
| 2                                     | Реферат представлен на неудовлетворительном уровне или не представлен (студент не готов, не выполнил задание и т.п.)   |

**6. Оценочные средства по экзамену**

**Вопросы к экзамену**

1. Что такое БПЛА и какие основные функции они выполняют?
2. Каковы основные компоненты навигационной системы БПЛА?
3. Объясните принцип работы GPS и его роль в навигации БПЛА.
4. Что такое инерциальная навигационная система (INS) и как она функционирует?
5. Каковы преимущества и недостатки использования GPS по сравнению с INS?
6. Что такое радионавигация и какие системы к ней относятся?
7. Как работает система VOR и как она используется в навигации БПЛА?
8. Что такое система предотвращения столкновений и как она интегрируется в БПЛА?
9. Каковы основные методы автоматизации навигации и посадки БПЛА?
10. Объясните, как осуществляется автоматическое приземление БПЛА.
11. Каковы требования к сертификации навигационных и посадочных систем БПЛА?

12. Что такое система ADS-B и как она используется в авиации?
13. Как осуществляется мониторинг состояния БПЛА во время полета?
14. Каковы основные факторы, влияющие на точность навигационных систем БПЛА?
15. Что такое калибровка навигационных систем и почему она важна?
16. Каковы основные принципы работы систем управления полетом БПЛА?
17. Как осуществляется интеграция различных навигационных систем в БПЛА?
18. Что такое алгоритмы маршрутизации и как они применяются в БПЛА?
19. Каковы современные тенденции в области навигационных технологий для БПЛА?
20. Как осуществляется обучение операторов БПЛА в области навигации и посадки?
21. Что такое система управления движением и как она влияет на навигацию БПЛА?
22. Каковы основные проблемы, с которыми сталкиваются навигационные системы БПЛА?
23. Как осуществляется тестирование и валидация навигационных систем БПЛА?
24. Что такое геозонирование и как оно используется в навигации БПЛА?
25. Каковы экологические аспекты использования навигационных систем в БПЛА?
26. Как осуществляется связь между БПЛА и наземными службами?
27. Что такое система управления воздушным движением (СУВД) и как она взаимодействует с БПЛА?
28. Каковы основные аспекты безопасности при использовании навигационных систем БПЛА?
29. Как осуществляется анализ данных о полетах для улучшения навигационных систем?
30. Каковы перспективы развития навигационных технологий для БПЛА в будущем?

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству – экзамен.

| Шкала оценивания (интервал баллов) | Критерий оценивания   |
|------------------------------------|---|
| отлично (5)                        | Студент глубоко и в полном объёме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. |
| хорошо (4)                         | Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.                                      |
| удовлетворительно (3)              | Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно чёткие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.                                    |
| неудовлетворительно (2)            | Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы                            |

## **7. Особенности организации обучения для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

При необходимости рабочая программа учебной дисциплины может быть адаптирована для обеспечения образовательного процесса инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, в том числе с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.

Для этого требуется заявление студента (его законного представителя) и заключение психолого-медико-педагогической комиссии (ПМПК). В случае необходимости обучающимся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья (по заявлению обучающегося), а для инвалидов также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида могут предлагаться следующие варианты восприятия учебной информации с учетом их индивидуальных психофизических особенностей:

- 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 (модулем), за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение электронного обучения, 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 электронного обучения, 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:
  - продолжительность сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, – не более чем на 90 минут;
  - продолжительность подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, – не более чем на 20 минут;
  - продолжительность выступления обучающегося при защите курсовой работы – не более чем на 15 минут.

## Лист изменений и дополнений

| №<br>п/п | Виды дополнений и<br>изменений с указанием<br>страниц | Дата и номер протокола<br>заседания кафедры<br>(кафедр), на котором были<br>рассмотрены и одобрены<br>изменения и дополнения | Подпись (с<br>расшифровкой)<br>заведующего кафедрой<br>(заведующих кафедрами) |
|----------|---|--|---|
| 1.       |   |  |   |
| 2.       |   |  |   |
| 3.       |   |  |   |
| 4.       |   |  |   |