

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

**«РАДИОЭЛЕКТРОННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ,
РАДИОЛИНИИ УПРАВЛЕНИЯ И ПЕРЕДАЧА ДАННЫХ БАС»**

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

Луганск 2024

Лист согласования РПУД

Рабочая программа учебной дисциплины «Радиоэлектронное оборудование, радиолинии управления и передача данных БАС» по направлению подготовки 25.03.03 Аэронавигация профиля «Эксплуатация беспилотных авиационных систем» – 35 с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Радиоэлектронное оборудование, радиолинии управления и передача данных 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.

к.т.н., доцент Победа Т.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 «Радиоэлектронное оборудование, радиолинии управления и передача данных БАС» является получение необходимых знаний по типовому радиоэлектронному оборудованию БАС, по общим принципам построения и функционирования радиолиний систем управления и передачи данных современных БАС.

Задачи изучения дисциплины «Радиоэлектронное оборудование, радиолинии управления и передача данных БАС»:

- организация, обеспечение и выполнение радиоэлектронных работ;
- освоение основных положений руководящих документов по использованию радиоэлектронного оборудования, радиолинии управления и передача данных БАС;
- изучение основ радиоэлектронного оборудования, радиолиний управления и передачи данных БАС;
- получение умений по оценке навигационной обстановки для осуществления точной, надежной и безопасной навигации БАС с использованием современного радиоэлектронного оборудования;
- изучение процедур сбора, обработки, издания, хранения и распространения радиоэлектронной информации;
- получение умений по оценке точности и надежности радиолинии управления и передачи данных БАС.

Дисциплина «Радиоэлектронное оборудование, радиолинии управления и передача данных БАС» обеспечивает подготовку выпускника к эксплуатационно-технологическому и сервисному виду профессиональной деятельности.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Радиоэлектронное оборудование, радиолинии управления и передача данных БАС» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений модуля обязательных дисциплин учебного плана.

Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются:

знания:

- основ теории радиотехники и электроники, включая принципы работы радиочастотных устройств;
- основных характеристик и параметры радиоэлектронного оборудования, используемого в БПЛА;

умения:

- анализировать и интерпретировать техническую документацию на радиоэлектронное оборудование;
- осуществлять диагностику и устранение неисправностей в радиоэлектронном оборудовании;

владеть навыками:

- работы с современным радиоэлектронным оборудованием, включая приемники, передатчики, антенны и системы управления;
- использовать специализированное программное обеспечение для проектирования и моделирования радиоэлектронных систем.

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

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов
ПК-5. Способен осуществлять взаимодействие со службами организации и	ПК-5.1 применяет нормативные и руководящие документы по	Знать: нормативные и руководящие документы по использованию радиооборудования БВС

управления воздушным движением при организации и выполнении полетов БАС СВТ	использованию радиооборудования БВС; ПК-5.2 осуществляет организацию координации действий между внешним пилотом и другими заинтересованными сторонами с помощью бортовых систем навигационного и связного оборудования и станции внешнего пилота; ПК-5.3 выбирает соответствующий уровень и режим автоматизации полета с учетом этапа полета и рабочей нагрузки.	Уметь: осуществлять организацию координации действий между внешним пилотом и другими заинтересованными сторонами с помощью бортовых систем навигационного и связного оборудования и станции внешнего пилота Владеть: навыками выбора соответствующего уровня и режима автоматизации полета с учетом этапа полета и рабочей нагрузки
ПК-7. Способен выполнять полет БВС СВТ в соответствии с полетным заданием	ПК-7.1 применяет радиооборудование БАС; ПК-7.2 анализирует в полете аэронавигационную, метеорологическую обстановку и использует данные анализа для корректировки плана полета; ПК-7.3 оформляет полетную и техническую документацию, в том числе в электронном виде с использованием сервисов цифрового журналирования операций	Знать: проверку совместной работы радиоэлектронного оборудования БАС и ВВС СВТ; Уметь: проводить техническое обслуживание радиоэлектронного оборудования, применяя современные методы организации и процедуры ТО; Владеть: методами по обеспечению исправности, работоспособности и готовности радиоэлектронного оборудования, электрических и электронных источников питания, приборного оборудования и систем индикации БВС.

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
Общая учебная нагрузка (всего)	252 (7 зач. ед.)	-
Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего) в том числе:	119	-
Лекции	51	-
Семинарские занятия	-	-
Практические занятия	34	-
Лабораторные работы	34	-
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>)	-	-
Самостоятельная работа студента (всего)	133	-
Форма аттестации	экзамен, зачет	-

4.2 Содержание разделов дисциплины

Семестр 6

Тема 1. Введение в радиоэлектронное оборудование БПЛА

Основные понятия и определения, связанные с радиоэлектронным оборудованием беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). Обсуждаются ключевые компоненты, такие как передатчики, приемники, антенны и системы управления. Уделяется внимание различным типам БПЛА и их применению в гражданской и военной авиации. Рассматриваются требования к надежности и безопасности радиоэлектронных систем. Лекция также охватывает современные тенденции в разработке и производстве радиоэлектронного оборудования для БПЛА. Обсуждаются примеры успешного применения БПЛА в различных отраслях. Упомянуты основные вызовы, с которыми сталкивается отрасль. Лекция завершается обсуждением будущих направлений развития радиоэлектронного оборудования. Студенты получают общее представление о значении радиоэлектронного оборудования в контексте БПЛА.

Тема 2. Принципы работы радиочастотных систем

Основам радиочастотных систем, включая принципы генерации, модуляции и демодуляции радиосигналов. Обсуждаются различные типы модуляции, такие как амплитудная, частотная и фазовая. Рассматриваются характеристики радиочастотных сигналов, включая частоту, амплитуду и фазу. Уделяется внимание расчетам диапазонов частот и их применению в БПЛА. Лекция также охватывает влияние окружающей среды на радиочастотные сигналы. Обсуждаются методы повышения устойчивости радиосигналов к помехам. Студенты изучат, как радиочастотные системы обеспечивают связь между БПЛА и наземными станциями. Рассматриваются примеры применения радиочастотных систем в реальных сценариях. Лекция завершается обсуждением стандартов и регуляций, касающихся использования радиочастот.

Тема 3. Антенны и их характеристики

Различные типы антенн, используемых в БПЛА, включая дипольные, параболические и фазированные антенны. Обсуждаются основные характеристики антенн, такие как направленность, коэффициент усиления и поляризация. Уделяется внимание принципам проектирования антенн для различных задач, включая связь и навигацию. Рассматриваются методы измерения характеристик антенн и их влияние на производительность БПЛА. Лекция также включает примеры применения антенн в реальных системах. Обсуждаются проблемы, связанные с установкой антенн на БПЛА. Студенты изучат, как выбор антенны влияет на качество связи. Рассматриваются современные тенденции в разработке антенн для БПЛА. Лекция завершается обсуждением будущих направлений в области антенн.

Тема 4. Системы управления БПЛА

Основные компоненты систем управления БПЛА, включая автопилоты, сенсоры и исполнительные механизмы. Обсуждаются принципы работы автопилотов и их алгоритмы управления. Рассматриваются различные типы сенсоров, такие как гироскопы, акселерометры и GPS. Уделяется внимание интеграции сенсоров в системы управления и их влияние на стабильность полета. Лекция также включает примеры успешного применения систем управления в различных БПЛА. Обсуждаются проблемы, связанные с надежностью и безопасностью систем управления. Студенты изучат, как системы управления обеспечивают автономность БПЛА. Рассматриваются современные тенденции в разработке систем управления. Лекция завершается обсуждением будущих направлений в области систем управления БПЛА.

Тема 5. Радиополосы управления БПЛА

Принципы работы радиополос управления БПЛА, включая прямую и обратную связь. Обсуждаются различные протоколы связи, используемые для управления БПЛА, такие как PWM и PPM. Уделяется внимание характеристикам радиополос, включая дальность действия и устойчивость к помехам. Рассматриваются методы обеспечения надежности связи между оператором и БПЛА. Лекция также включает примеры применения радиополос в различных сценариях. Обсуждаются проблемы, связанные с потерей связи и ее восстановлением. Студенты изучают, как радиополосы управления влияют на безопасность полетов. Рассматриваются современные тенденции в области радиополос управления. Лекция завершается обсуждением будущих направлений в этой области.

Семестр 7

Тема 6. Передача данных и телеметрия

Различные системы передачи данных и телеметрии в БПЛА. Обсуждаются принципы работы систем передачи данных, включая аналоговые и цифровые методы. Рассматриваются различные протоколы передачи данных, такие как MAVLink и Telemetry. Уделяется внимание вопросам безопасности передачи данных и защиты от несанкционированного доступа. Лекция также включает примеры применения телеметрии для мониторинга состояния БПЛА в реальном времени. Обсуждаются проблемы, связанные с потерей данных и их восстановлением. Студенты изучают, как телеметрия помогает в управлении БПЛА. Рассматриваются современные тенденции в области передачи данных. Лекция завершается обсуждением будущих направлений в этой области.

Тема 7. Модуляция и демодуляция сигналов

Методы модуляции и демодуляции сигналов, используемые в системах БПЛА. Обсуждаются основные типы модуляции, такие как амплитудная, частотная и фазовая. Уделяется внимание принципам работы модуляторов и демодуляторов. Рассматриваются характеристики модулированных сигналов и их влияние на качество связи. Лекция также включает примеры применения различных методов модуляции в БПЛА. Обсуждаются проблемы, связанные с выбором метода модуляции. Студенты изучают, как модуляция влияет на дальность и надежность связи. Рассматриваются современные тенденции в области модуляции. Лекция завершается обсуждением будущих направлений в этой области.

Тема 8. Защита и безопасность радиосистем

Вопросы защиты и безопасности радиосистем БПЛА. Обсуждаются угрозы безопасности, такие как перехват сигналов и вмешательство в управление. Рассматриваются методы защиты, включая шифрование и аутентификацию. Уделяется внимание стандартам безопасности, применяемым в авиации. Лекция завершается обсуждением лучших практик для обеспечения безопасности радиосистем. Студенты изучают, как обеспечить защиту данных и управление БПЛА. Рассматриваются примеры успешных и неудачных попыток взлома. Обсуждаются современные тенденции в области безопасности радиосистем. Лекция также включает обсуждение будущих направлений в этой области.

Тема 9. Программное обеспечение для управления БПЛА

Различные программные решения для управления БПЛА. Обсуждаются системы планирования полетов, мониторинга и анализа данных. Уделяется внимание интерфейсам пользователя и их значению для операторов. Рассматриваются примеры программного обеспечения, используемого в гражданской и военной авиации. Лекция также включает обсуждение тенденций в разработке программного обеспечения для БПЛА. Студенты изучают, как программное обеспечение влияет на эффективность управления БПЛА. Обсуждаются проблемы, связанные с обновлением и совместимостью программного обеспечения. Рассматриваются современные тенденции в области разработки программного обеспечения. Лекция завершается обсуждением будущих направлений в этой области.

Тема 10. Интеграция радиоэлектронного оборудования в БПЛА

Вопросы интеграции радиоэлектронного оборудования в конструкции БПЛА. Обсуждаются принципы проектирования и компоновки оборудования. Уделяется внимание вопросам электромагнитной совместимости и защиты от помех. Рассматриваются методы

тестирования и валидации интегрированных систем. Лекция завершается обсуждением примеров успешной интеграции оборудования в БПЛА. Студенты изучают, как интеграция влияет на производительность и надежность БПЛА. Обсуждаются проблемы, связанные с совместимостью различных компонентов. Рассматриваются современные тенденции в области интеграции оборудования. Лекция также включает обсуждение будущих направлений в этой области.

Тема 11. Тестирование и диагностика радиоэлектронного оборудования

Методы тестирования и диагностики радиоэлектронного оборудования БПЛА. Обсуждаются основные этапы тестирования, включая функциональное и стресс-тестирование. Уделяется внимание инструментам и методам диагностики неисправностей. Рассматриваются примеры реальных случаев, когда тестирование помогло выявить проблемы. Лекция также включает обсуждение стандартов и регуляций, касающихся тестирования оборудования. Студенты изучают, как проводить тестирование и анализировать результаты. Обсуждаются проблемы, связанные с тестированием в реальных условиях. Рассматриваются современные тенденции в области тестирования и диагностики. Лекция завершается обсуждением будущих направлений в этой области.

Тема 12. Будущее радиоэлектронного оборудования БПЛА

Современные тенденции и перспективы развития радиоэлектронного оборудования для БПЛА. Обсуждаются новые технологии, такие как 5G и IoT, и их влияние на БПЛА. Уделяется внимание вопросам миниатюризации и повышения энергоэффективности оборудования. Рассматриваются примеры инновационных решений, применяемых в БПЛА. Лекция завершается обсуждением вызовов и возможностей, стоящих перед отраслью. Студенты изучают, как новые технологии могут изменить рынок БПЛА. Обсуждаются проблемы, связанные с интеграцией новых технологий. Рассматриваются современные тенденции в области разработки оборудования. Лекция также включает обсуждение будущих направлений в этой области.

Тема 13. Правовые аспекты использования БПЛА

Правовые аспекты использования БПЛА, включая регуляции и стандарты. Обсуждаются международные и национальные законы, касающиеся эксплуатации БПЛА. Уделяется внимание вопросам лицензирования и сертификации оборудования. Рассматриваются примеры правовых случаев, связанных с использованием БПЛА. Лекция также включает обсуждение этических вопросов, связанных с использованием БПЛА. Студенты изучают, как правовые аспекты влияют на разработку и эксплуатацию БПЛА. Обсуждаются проблемы, связанные с соблюдением законодательства. Рассматриваются современные тенденции в области правового регулирования БПЛА. Лекция завершается обсуждением будущих направлений в этой области.

Тема 14. Примеры применения БПЛА в различных отраслях

Примерам применения БПЛА в различных отраслях, таких как сельское хозяйство, строительство, охрана окружающей среды и безопасность. Обсуждаются преимущества использования БПЛА в этих областях, включая повышение эффективности и снижение затрат. Уделяется внимание конкретным кейсам и успешным проектам. Рассматриваются вызовы и ограничения, с которыми сталкиваются БПЛА в различных отраслях. Лекция также включает обсуждение будущих направлений развития применения БПЛА. Студенты изучают, как БПЛА могут изменить подходы к решению задач в различных отраслях. Обсуждаются проблемы, связанные с интеграцией БПЛА в существующие процессы. Рассматриваются современные тенденции в области применения БПЛА. Лекция завершается обсуждением будущих направлений в этой области.

4.3 Лекции

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Введение в радиоэлектронное оборудование БПЛА	3	
2	Принципы работы радиочастотных систем	3	
3	Антенны и их характеристики	3	
4	Системы управления БПЛА	3	
5	Радиолинии управления БПЛА	3	
6	Передача данных и телеметрия	4	
7	Модуляция и демодуляция сигналов	4	
8	Защита и безопасность радиосистем	4	
9	Программное обеспечение для управления БПЛА	4	
10	Интеграция радиоэлектронного оборудования в БПЛА	4	
11	Тестирование и диагностика радиоэлектронного оборудования	4	
12	Будущее радиоэлектронного оборудования БПЛА	4	
13	Правовые аспекты использования БПЛА	4	
14	Примеры применения БПЛА в различных отраслях	4	
Итого:		51	

4.4 Практические (семинарские) занятия

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Введение в радиоэлектронное оборудование БПЛА	2	
2	Принципы работы радиочастотных систем	2	
3	Антенны и их характеристики	2	
4	Системы управления БПЛА	2	
5	Радиолинии управления БПЛА	2	
6	Передача данных и телеметрия	2	
7	Модуляция и демодуляция сигналов	2	
8	Защита и безопасность радиосистем	2	
9	Программное обеспечение для управления БПЛА	3	
10	Интеграция радиоэлектронного оборудования в БПЛА	3	
11	Тестирование и диагностика радиоэлектронного оборудования	3	
12	Будущее радиоэлектронного оборудования БПЛА	3	
13	Правовые аспекты использования БПЛА	3	
14	Примеры применения БПЛА в различных отраслях	3	
Итого:		34	

4.5 Лабораторные работы

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Введение в радиоэлектронное оборудование БПЛА	2	
2	Принципы работы радиочастотных систем	2	
3	Антенны и их характеристики	2	
4	Системы управления БПЛА	2	
5	Радиолинии управления БПЛА	2	
6	Передача данных и телеметрия	2	
7	Модуляция и демодуляция сигналов	2	
8	Защита и безопасность радиосистем	2	
9	Программное обеспечение для управления БПЛА	3	
10	Интеграция радиоэлектронного оборудования в БПЛА	3	
11	Тестирование и диагностика радиоэлектронного оборудования	3	
12	Будущее радиоэлектронного оборудования БПЛА	3	
13	Правовые аспекты использования БПЛА	3	
14	Примеры применения БПЛА в различных отраслях	3	
Итого:		34	

4.6. Самостоятельная работа студентов

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов	
			Очная форма	Заочная форма
1	Введение в радиоэлектронное оборудование БПЛА	Подготовка к практическому занятию и к промежуточной аттестации.	13	
2	Принципы работы радиочастотных систем	Подготовка к практическому занятию и к промежуточной аттестации.	13	
3	Антенны и их характеристики	Подготовка к практическим занятиям и к промежуточному контролю. Самостоятельный поиск источников информации.	13	
4	Системы управления БПЛА	Подготовка к практическим занятиям и к промежуточному контролю. Самостоятельный поиск источников информации.	13	

5	Радиолинии управления БПЛА	Подготовка к практическим занятиям, самостоятельный поиск источников информации.	13	
6	Передача данных и телеметрия	Подготовка к практическим занятиям, самостоятельный поиск источников информации.	13	
7	Модуляция и демодуляция сигналов	Подготовка к практическим занятиям, самостоятельный поиск источников информации.	13	
8	Защита и безопасность радиосистем	Подготовка к практическим занятиям, самостоятельный поиск источников информации.	14	
9	Программное обеспечение для управления БПЛА	Подготовка к практическим занятиям, самостоятельный поиск источников информации.	14	
10	Интеграция радиоэлектронного оборудования в БПЛА	Подготовка к практическим занятиям, самостоятельный поиск источников информации.	14	
11	Тестирование и диагностика радиоэлектронного оборудования	Подготовка к практическим занятиям, самостоятельный поиск источников информации.	14	
12	Будущее радиоэлектронного оборудования БПЛА	Подготовка к практическим занятиям, самостоятельный поиск источников информации.	14	
13	Правовые аспекты использования БПЛА	Подготовка к практическим занятиям, самостоятельный поиск источников информации.	14	
14	Примеры применения БПЛА в различных отраслях	Подготовка к практическим занятиям, самостоятельный поиск источников информации.	14	
Итого:			133	

4.7 Курсовые работы/проекты по дисциплине «Радиоэлектронное оборудование, радиолинии управления и передача данных БАС»

Темы курсовых работ.

1. Основы радиоэлектронного оборудования БПЛА

В данной работе рассматриваются ключевые компоненты радиоэлектронного оборудования, используемого в беспилотных летательных аппаратах. Обсуждаются функции передатчиков, приемников, антенн и систем управления. Уделяется внимание различным типам БПЛА и их применению в гражданской и военной авиации. Также рассматриваются требования к надежности и безопасности этих систем. Работа завершится анализом современных тенденций в разработке радиоэлектронного оборудования для БПЛА.

2. Принципы работы радиочастотных систем в БПЛА

В этой работе исследуются основные принципы генерации, модуляции и демодуляции радиосигналов, используемых в БПЛА. Обсуждаются различные типы модуляции, такие как АМ, FM и цифровая модуляция. Рассматриваются характеристики радиочастотных сигналов и их влияние на качество связи. Уделяется внимание расчетам диапазонов частот и их применению в различных сценариях. Работа также включает анализ влияния окружающей среды на радиочастотные сигналы.

3. Антенны для БПЛА: типы и характеристики

В данной работе рассматриваются различные типы антенн, используемых в БПЛА, включая дипольные, параболические и фазированные антенны. Обсуждаются основные характеристики антенн, такие как направленность, коэффициент усиления и поляризация. Уделяется внимание принципам проектирования антенн для различных задач, включая связь и навигацию. Рассматриваются методы измерения характеристик антенн и их влияние на производительность БПЛА. Работа завершается примерами успешного применения антенн в реальных системах.

4. Системы управления БПЛА: компоненты и алгоритмы

В этой работе исследуются основные компоненты систем управления БПЛА, включая автопилоты, сенсоры и исполнительные механизмы. Обсуждаются принципы работы автопилотов и их алгоритмы управления. Рассматриваются различные типы сенсоров, такие как гироскопы, акселерометры и GPS. Уделяется внимание интеграции сенсоров в системы управления и их влияние на стабильность полета. Работа также включает примеры успешного применения систем управления в различных БПЛА.

5. Радиолинии управления БПЛА: принципы и протоколы

В данной работе рассматриваются принципы работы радиолиний управления БПЛА, включая прямую и обратную связь. Обсуждаются различные протоколы связи, используемые для управления БПЛА, такие как PWM и PPM. Уделяется внимание характеристикам радиолиний, включая дальность действия и устойчивость к помехам. Рассматриваются методы обеспечения надежности связи между оператором и БПЛА. Работа завершается анализом современных тенденций в области радиолиний управления.

6. Передача данных и телеметрия в БПЛА

В этой работе исследуются системы передачи данных и телеметрии, используемые в БПЛА. Обсуждаются принципы работы систем передачи данных, включая аналоговые и цифровые методы. Рассматриваются различные протоколы передачи данных, такие как MAVLink и Telemetry. Уделяется внимание вопросам безопасности передачи данных и защиты от несанкционированного доступа. Работа также включает примеры применения телеметрии для мониторинга состояния БПЛА в реальном времени.

7. Методы модуляции и демодуляции сигналов в БПЛА

В данной работе рассматриваются методы модуляции и демодуляции сигналов, используемые в системах БПЛА. Обсуждаются основные типы модуляции, такие как амплитудная, частотная и фазовая. Уделяется внимание принципам работы модуляторов и

демодуляторов. Рассматриваются характеристики модулированных сигналов и их влияние на качество связи. Работа завершается анализом современных тенденций в области модуляции.

8. Защита и безопасность радиосистем БПЛА

В этой работе исследуются вопросы защиты и безопасности радиосистем БПЛА. Обсуждаются угрозы безопасности, такие как перехват сигналов и вмешательство в управление. Рассматриваются методы защиты, включая шифрование и аутентификацию. Уделяется внимание стандартам безопасности, применяемым в авиации. Работа завершается обсуждением лучших практик для обеспечения безопасности радиосистем.

9. Программное обеспечение для управления БПЛА

В данной работе рассматриваются различные программные решения для управления БПЛА. Обсуждаются системы планирования полетов, мониторинга и анализа данных. Уделяется внимание интерфейсам пользователя и их значению для операторов. Рассматриваются примеры программного обеспечения, используемого в гражданской и военной авиации. Работа завершается обсуждением тенденций в разработке программного обеспечения для БПЛА.

10. Интеграция радиоэлектронного оборудования в БПЛА

В этой работе исследуются вопросы интеграции радиоэлектронного оборудования в конструкции БПЛА. Обсуждаются принципы проектирования и компоновки оборудования. Уделяется внимание вопросам электромагнитной совместимости и защиты от помех. Рассматриваются методы тестирования и валидации интегрированных систем. Работа завершается обсуждением примеров успешной интеграции оборудования в БПЛА.

11. Тестирование и диагностика радиоэлектронного оборудования БПЛА

В данной работе рассматриваются методы тестирования и диагностики радиоэлектронного оборудования БПЛА. Обсуждаются основные этапы тестирования, включая функциональное и стресс-тестирование. Уделяется внимание инструментам и методам диагностики неисправностей. Рассматриваются примеры реальных случаев, когда тестирование помогло выявить проблемы. Работа завершается обсуждением стандартов и регуляций, касающихся тестирования оборудования.

12. Будущее радиоэлектронного оборудования БПЛА

В этой работе исследуются современные тенденции и перспективы развития радиоэлектронного оборудования для БПЛА. Обсуждаются новые технологии, такие как 5G и IoT, и их влияние на БПЛА. Уделяется внимание вопросам миниатюризации и повышения энергоэффективности оборудования. Рассматриваются примеры инновационных решений, применяемых в БПЛА. Работа завершается обсуждением вызовов и возможностей, стоящих перед отраслью.

13. Правовые аспекты использования БПЛА

В данной работе рассматриваются правовые аспекты использования БПЛА, включая регуляции и стандарты. Обсуждаются международные и национальные законы, касающиеся эксплуатации БПЛА. Уделяется внимание вопросам лицензирования и сертификации оборудования. Рассматриваются примеры правовых случаев, связанных с использованием БПЛА. Работа завершается обсуждением этических вопросов, связанных с использованием БПЛА.

14. Примеры применения БПЛА в различных отраслях

В этой работе исследуются примеры применения БПЛА в различных отраслях, таких как сельское хозяйство, строительство, охрана окружающей среды и безопасность. Обсуждаются преимущества использования БПЛА в этих областях, включая повышение эффективности и снижение затрат. Уделяется внимание конкретным кейсам и успешным

проектам. Рассматриваются вызовы и ограничения, с которыми сталкиваются БПЛА в различных отраслях. Работа завершается обсуждением будущих направлений развития применения БПЛА.

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. Сарайский Ю. Н., Алешков И. И. Аэронавигация. Ч. 1. Основы навигации и применение геотехнических средств / СПбГУГА. СПб., 2011.

2. Гусев В.Г., Гусев Ю.М. Электроника: Учеб. пособие для приборостроит. спец. вузов. – 2-е изд. – М.: Высшая школа, 1991. – 622 с.

3. Денисов Н.П., Шарапов А.В., Шибяев А.А. Электроника и схемотехника. Учебное пособие: в 2 частях – Томск, ТМЦ ДО, 2002. — Ч.2. –220 с.

4. Конструкция летательных аппаратов [Текст] : учеб. для вузов / под ред. К. Д. Туркина. - : ВВИА, 1972 - 533 с.

5 Голубев, И. С. Конструкция и проектирование летательных аппаратов [Текст]: учебник / И.С. Голубев, А. В. Самарин, В. И. Новосельцев; под ред. И. С. Голубева. - М.: Машиностроение, 1995 - 448 с. : ил.

6. Конструктивные решения крыльев и их элементов: учебное пособие / В.И. Никитенко, В.И. Никитенко, А.С. Гусаров, Г.А. Щеглов; Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана. - М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009 - 32 с.: ил., схем. - Библиогр. кн.;То же URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=257269> (21.05.2016).

7 Конструкция самолетов [Текст] : учеб. для вузов / под ред. О. А. Гребенькова. - Казань : ГТУ, 1999 - 320 с. : ил.. - Библиогр.: с. 314-315.

8. 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. Соловьев Ю. А. Системы спутниковой навигации. М., 2000.

2. Олянюк П. В., Астафьев Г. П., Грачев В. В. Радионавигационные устройства и системы гражданской авиации. М.,1983.

3. Липин А. В., Мишин В. П. Применение радиотехнических систем дальней навигации на воздушных судах/ АГА. СПб, 1993.

4. Воздушная навигация и аэронавигационное обеспечение: Учебник / Под ред. Н. Ф. Миронова. М., 1992.

5. Хиврич И. Г., Белкин А. М. Автоматизированное вождение воздушных судов. М., 1985.

6. Воздушная навигация: Справочник. М., 1988.

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 «Радиоэлектронное оборудование, радиолинии управления и передача данных 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:

Функциональное назначение	Бесплатное программное обеспечение	Ссылки
Офисный пакет	Libre Office 6.3.1	https://www.libreoffice.org/ https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice
Операционная система	UBUNTU 19.04	https://ubuntu.com/ https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu
Браузер	Firefox Mozilla	http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx
Браузер	Opera	http://www.opera.com
Почтовый клиент	Mozilla Thunderbird	http://www.mozilla.org/ru/thunderbird

Файл-менеджер	Far Manager	http://www.farmanager.com/download.php
Архиватор	7Zip	http://www.7-zip.org/
Графический редактор	GIMP (GNU Image Manipulation Program)	http://www.gimp.org/ http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8 http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP
Редактор PDF	PDFCreator	http://www.pdfforge.org/pdfcreator
Аудиоплеер	VLC	http://www.videolan.org/vlc/

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

Паспорт

оценочных средств по учебной дисциплине

«Радиоэлектронное оборудование, радиопередача и радиоприем данных 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
Начальный	ПК-5. Способен осуществлять взаимодействие со службами организации и управления	Пороговый	знать: нормативные и руководящие документы по использованию радиооборудования БВС;
		Базовый	уметь: проводить техническое обслуживание радиоэлектронного оборудования, применяя современные методы организации и процедуры ТО разрабатывать и пользоваться различными навигационными приборами и системами, такими как компасы, радионавигационные системы и GPS;
Основной	воздушным движением при организации и выполнении полетов БАС СВТ		
Заключительный	ПК-7. Способен выполнять полет БВС СВТ в соответствии с полетным заданием	Высокий	владеть: навыками выбора соответствующего уровня и режима автоматизации полета с учетом этапа полета и рабочей нагрузки.

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-5.	Способен осуществлять взаимодействие со службами организации и управления воздушным движением при организации и выполнении полетов БАС СВТ	ПК-5.1 применяет нормативные и руководящие документы по использованию радиооборудования БВС; ПК-5.2 осуществляет организацию координации действий между внешним пилотом и другими заинтересованными сторонами с помощью бортовых систем навигационного и связанного оборудования и станции внешнего пилота; ПК-5.3 выбирает соответствующий уровень и режим автоматизации полета с учетом этапа полета и рабочей нагрузки.	<i>Тема 1. Введение в радиоэлектронное оборудование БПЛА</i> <i>Тема 2. Принципы работы радиочастотных систем</i> <i>Тема 3. Антенны и их характеристики</i> <i>Тема 4. Системы управления БПЛА</i> <i>Тема 5. Радиолинии управления БПЛА</i> <i>Тема 6. Передача данных и телеметрия</i> <i>Тема 7. Модуляция и демодуляция сигналов</i>	Начальный, Основной, Заключительный 6,7
2.	ПК-7.	Способен выполнять полет БВС СВТ в соответствии с полетным заданием	ПК-7.1 применяет радиооборудование БАС; ПК-7.2 анализирует в полете аэронавигационную,	<i>Тема 8. Защита и безопасность радиосистем</i> <i>Тема 9. Программное обеспечение для управления БПЛА</i> <i>Тема 10. Интеграция радиоэлектронного оборудования в БПЛА</i>	Начальный, Основной, Заключительный 6,7

			метеорологическую обстановку и использует данные анализа для корректировки плана полета; ПК-7.3 оформляет полетную и техническую документацию, в том числе в электронном виде с использованием сервисов цифрового журналирования операций	Тема 11. Тестирование и диагностика радиоэлектронного оборудования Тема 12. Будущее радиоэлектронного оборудования БПЛА Тема 13. Правовые аспекты использования БПЛА Тема 14. Примеры применения БПЛА в различных отраслях	
--	--	--	---	---	--

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-5	ПК-5.1 применяет нормативные и руководящие документы по использованию радиооборудования БВС; ПК-5.2 осуществляет организацию координации действий между внешним пилотом и другими заинтересованными сторонами с помощью бортовых систем навигационного и связного оборудования и станции внешнего пилота; ПК-5.3 выбирает соответствующий уровень и режим	Знать: нормативные и руководящие документы по использованию радиооборудования БВС Уметь: осуществлять организацию координации действий между внешним пилотом и другими заинтересованными сторонами с помощью бортовых систем навигационного и связного оборудования и станции внешнего пилота Владеть: навыками выбора соответствующего уровня и режима	Тема 1. Введение в радиоэлектронное оборудование БПЛА Тема 2. Принципы работы радиочастотных систем Тема 3. Антенны и их характеристики Тема 4. Системы управления БПЛА Тема 5. Радиолинии управления БПЛА Тема 6. Передача данных и телеметрия Тема 7. Модуляция и демодуляция сигналов	Вопросы для комбинированного контроля усвоения теоретического материала, задания по практическим занятиям, лабораторным занятиям, реферат, экзамен, зачет

		автоматизации полета с учетом этапа полета и рабочей нагрузки.	автоматизации полета с учетом этапа полета и рабочей нагрузки		
2.	ПК-7	ПК-7.1 применяет радиооборудование БАС; ПК-7.2 анализирует в полете аэронавигационную, метеорологическую обстановку и использует данные анализа для корректировки плана полета; ПК-7.3 оформляет полетную и техническую документацию, в том числе в электронном виде с использованием сервисов цифрового журналирования операций	Знать: проверку совместной работы радиоэлектронного оборудования БАС и ВВС СВТ; Уметь: проводить техническое обслуживание радиоэлектронного оборудования, применяя современные методы организации и процедуры ТО; Владеть: методами по обеспечению исправности, работоспособности и готовности радиоэлектронного оборудования, электрических и электронных источников питания, приборного оборудования и систем индикации ВВС.	<i>Тема 8. Защита и безопасность радиосистем</i> <i>Тема 9. Программное обеспечение для управления БПЛА</i> <i>Тема 10. Интеграция радиоэлектронного оборудования в БПЛА</i> <i>Тема 11. Тестирование и диагностика радиоэлектронного оборудования</i> <i>Тема 12. Будущее радиоэлектронного оборудования БПЛА</i> <i>Тема 13. Правовые аспекты использования БПЛА</i> <i>Тема 14. Примеры применения БПЛА в различных отраслях</i>	Вопросы для комбинированного контроля усвоения теоретического материала, задания по практическим занятиям, лабораторным занятиям, реферат, экзамен, зачет

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

1. Что такое БПЛА и какие основные компоненты входят в его радиоэлектронное оборудование?
2. Каковы основные функции передатчиков и приемников в системах БПЛА?
3. Какие типы антенн используются в БПЛА и каковы их характеристики?
4. Что такое автопилот и как он влияет на управление БПЛА?
5. Как работают радиолинии управления БПЛА и какие протоколы связи используются?
6. Что такое телеметрия и как она применяется в БПЛА?
7. Каковы основные методы модуляции сигналов, используемые в системах БПЛА?
8. Какие угрозы безопасности существуют для радиосистем БПЛА и как их можно предотвратить?
9. Какое программное обеспечение используется для управления БПЛА и какие его функции?
10. Что такое электромагнитная совместимость и почему она важна для БПЛА?
11. Как проводится тестирование радиоэлектронного оборудования БПЛА?
12. Каковы современные тенденции в разработке радиоэлектронного оборудования для БПЛА?

13. Как правовые аспекты влияют на эксплуатацию БПЛА и их радиоэлектронного оборудования?

14. Как БПЛА могут использоваться в различных отраслях, таких как сельское хозяйство и строительство?

15. Что такое системы управления полетом и как они интегрируются в БПЛА?

16. Каковы основные характеристики радиосигналов, используемых в БПЛА?

17. Как осуществляется защита данных и управление в системах БПЛА?

18. Каковы преимущества и недостатки различных типов модуляции в БПЛА?

19. Каковы основные этапы разработки и интеграции радиоэлектронного оборудования в БПЛА?

20. Каковы перспективы развития БПЛА и их радиоэлектронного оборудования в будущем?

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству «комбинированный контроль усвоения теоретического материала»

Шкала оценивания (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 компонентов является частью радиоэлектронного оборудования БПЛА?

- А) Двигатель
- В) Антенна
- С) Крыло
- Ответ: В) Антенна

2. Какой тип модуляции чаще всего используется в системах управления БПЛА?

- А) АМ
- В) FM
- С) PWM
- Ответ: С) PWM

3. Что такое телеметрия в контексте БПЛА?

- А) Система управления полетом
- В) Передача данных о состоянии БПЛА на землю
- С) Метод навигации
- Ответ: В) Передача данных о состоянии БПЛА на землю

4. Какой из следующих сенсоров обычно используется в БПЛА для определения ориентации?
- А) GPS
 - В) Гироскоп
 - С) Камера
 - Ответ: В) Гироскоп
5. Какой протокол передачи данных часто используется в БПЛА?
- А) HTTP
 - В) MAVLink
 - С) FTP
 - Ответ: В) MAVLink
6. Какой тип антенны обеспечивает наибольшую направленность?
- А) Дипольная
 - В) Параболическая
 - С) Всенаправленная
 - Ответ: В) Параболическая
7. Какой из следующих факторов не влияет на дальность радиосигнала?
- А) Частота
 - В) Мощность передатчика
 - С) Цвет БПЛА
 - Ответ: С) Цвет БПЛА
8. Что такое автопилот в БПЛА?
- А) Устройство для управления двигателем
 - В) Система, обеспечивающая автоматическое управление полетом
 - С) Антенна для связи
 - Ответ: В) Система, обеспечивающая автоматическое управление полетом
9. Какой из следующих методов защиты данных используется в БПЛА?
- А) Шифрование
 - В) Сжатие
 - С) Архивирование
 - Ответ: А) Шифрование
10. Какой тип связи используется для управления БПЛА на больших расстояниях?
- А) Радиочастотная связь
 - В) Инфракрасная связь
 - С) Bluetooth
 - Ответ: А) Радиочастотная связь
11. Какой из следующих сенсоров используется для определения высоты полета БПЛА?
- А) Акселерометр
 - В) Барометр
 - С) Компас
 - Ответ: В) Барометр

12. Какой из следующих типов модуляции обеспечивает наименьшую чувствительность к шуму?

- А) АМ
- В) FM
- С) РМ
- Ответ: В) FM

13. Что такое электромагнитная совместимость (ЭМС)?

- А) Способность устройства работать в условиях электромагнитных помех
- В) Способность устройства передавать данные
- С) Способность устройства к автономной работе
- Ответ: А) Способность устройства работать в условиях электромагнитных помех

14. Какой из следующих факторов влияет на качество связи БПЛА?

- А) Высота полета
- В) Температура воздуха
- С) Наличие препятствий
- Ответ: С) Наличие препятствий

15. Какой из следующих типов антенн обеспечивает равномерное покрытие в горизонтальной плоскости?

- А) Дипольная
- В) Всенаправленная
- С) Параболическая
- Ответ: В) Всенаправленная

16. Какой из следующих компонентов отвечает за обработку данных в БПЛА?

- А) Приемник
- В) Процессор
- С) Антенна
- Ответ: В) Процессор

17. Какой из следующих методов используется для диагностики неисправностей в радиоэлектронном оборудовании БПЛА?

- А) Визуальный осмотр
- В) Тестирование на стенде
- С) Оба варианта
- Ответ: С) Оба варианта

18. Какой из следующих типов связи используется для передачи видео с БПЛА?

- А) Wi-Fi
- В) Zigbee
- С) LoRa
- Ответ: А) Wi-Fi

19. Какой из следующих факторов не влияет на производительность антенны?

- А) Размер антенны

- В) Форма антенны
- С) Цвет антенны
- Ответ: С) Цвет антенны

20. Какой из следующих типов БПЛА чаще всего используется для сельскохозяйственных нужд?

- А) Многоцелевой
- В) Квадрокоптер
- С) Гексакоптер
- Ответ: В) Квадрокоптер

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству «тестирование»

Шкала оценивания (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. Задание: Определите основные компоненты радиоэлектронного оборудования БПЛА.
 Ответ: Передатчик, приемник, антенна, автопилот, сенсоры (гироскопы, акселерометры, GPS), система управления.
2. Задание: Измерьте уровень сигнала радиочастотного передатчика БПЛА с помощью спектроанализатора.
 Ответ: Уровень сигнала должен находиться в пределах допустимых значений, указанных в технической документации на передатчик.
3. Задание: Проведите тестирование антенны на предмет направленности.
 Ответ: Используйте антенную решетку и измерьте уровень сигнала в различных направлениях. Данные должны показать максимальный уровень сигнала в направлении, соответствующем направленности антенны.
4. Задание: Настройте автопилот БПЛА для выполнения автоматического полета по заданному маршруту.
 Ответ: Введите координаты точек маршрута в программное обеспечение автопилота и запустите режим автоматического полета.
5. Задание: Проведите калибровку гироскопа БПЛА.
 Ответ: Установите БПЛА на ровную поверхность и выполните процедуру калибровки в соответствии с инструкцией производителя.
6. Задание: Изучите и проанализируйте протокол MAVLink.
 Ответ: MAVLink — это легковесный протокол для обмена сообщениями между БПЛА и наземными станциями, который поддерживает различные команды и данные о состоянии.

7. Задание: Проведите тестирование системы передачи данных БПЛА на дальность.

Ответ: Запустите БПЛА на максимальную дистанцию и проверьте, сохраняется ли связь с наземной станцией. Запишите максимальную дистанцию, на которой связь была стабильной.

8. Задание: Определите влияние помех на работу радиосистемы БПЛА.

Ответ: Создайте источник помех (например, другой радиопередатчик) и измерьте, как это влияет на качество сигнала и стабильность связи.

9. Задание: Проведите тестирование системы GPS на точность.

Ответ: Сравните данные GPS с известными координатами и определите погрешность. Погрешность должна быть в пределах допустимых значений (обычно менее 5 метров).

10. Задание: Изучите и протестируйте различные типы антенн для БПЛА.

Ответ: Сравните характеристики дипольной, параболической и всенаправленной антенн по направленности и коэффициенту усиления.

11. Задание: Настройте систему шифрования для передачи данных БПЛА.

Ответ: Используйте алгоритмы AES или RSA для шифрования данных, передаваемых между БПЛА и наземной станцией.

12. Задание: Проведите анализ электромагнитной совместимости (ЭМС) БПЛА.

Ответ: Измерьте уровень излучаемых и воспринимаемых сигналов, чтобы убедиться, что они соответствуют стандартам ЭМС.

13. Задание: Разработайте и протестируйте алгоритм управления полетом для БПЛА.

Ответ: Напишите код для автопилота, который будет обрабатывать данные с сенсоров и управлять двигателями для поддержания стабильного полета.

14. Задание: Проведите тестирование системы телеметрии БПЛА.

Ответ: Убедитесь, что данные о состоянии БПЛА (высота, скорость, положение) передаются на наземную станцию в реальном времени.

15. Задание: Изучите и протестируйте методы диагностики неисправностей в радиоэлектронном оборудовании БПЛА.

Ответ: Используйте мультиметр и осциллограф для проверки напряжений и сигналов на различных компонентах.

16. Задание: Проведите тестирование системы управления БПЛА в условиях ограниченной видимости.

Ответ: Используйте режимы автоматического управления и телеметрии для безопасного выполнения полета в условиях плохой видимости.

17. Задание: Изучите и протестируйте системы защиты данных БПЛА.

Ответ: Проверьте, как система реагирует на попытки несанкционированного доступа и как она защищает передаваемые данные.

18. Задание: Проведите анализ производительности различных типов модуляции в БПЛА.

Ответ: Сравните AM, FM и цифровую модуляцию по качеству сигнала и устойчивости к помехам.

19. Задание: Настройте и протестируйте систему управления полетом с использованием различных сенсоров.

Ответ: Проверьте, как гироскопы, акселерометры и GPS работают вместе для обеспечения стабильного полета.

20. Задание: Разработайте проект по улучшению радиоэлектронного оборудования БПЛА.

Ответ: Опишите, какие изменения можно внести в существующее оборудование для повышения его производительности, надежности и безопасности.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству «практическое задание»

Шкала оценивания (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. Лабораторное задание

(высокий уровень)

1. Измерение дальности радиосигнала

Задание: Измерьте максимальную дальность радиосигнала между передатчиком и приемником БПЛА.

Ответ: Используйте тестовый БПЛА и постепенно увеличивайте расстояние, пока не потеряете сигнал. Запишите максимальное расстояние, на котором связь сохраняется.

2. Настройка антенны

Задание: Настройте антенну для оптимального приема сигнала.

Ответ: Используйте анализатор спектра для определения максимального уровня сигнала и настройте антенну в соответствии с полученными данными.

3. Тестирование системы передачи данных

Задание: Проведите тестирование системы передачи данных на наличие потерь пакетов.

Ответ: Запустите передачу данных и используйте программное обеспечение для мониторинга потерь пакетов. Запишите процент потерянных пакетов.

4. Анализ помех

Задание: Изучите влияние электромагнитных помех на работу радиолиний.

Ответ: Создайте источник помех и измерьте, как это влияет на качество сигнала и стабильность связи.

5. Проверка системы телеметрии

Задание: Проверьте, как система телеметрии передает данные о состоянии БПЛА.

Ответ: Запустите БПЛА и убедитесь, что данные (высота, скорость, положение) передаются на наземную станцию в реальном времени.

6. Настройка протокола MAVLink

Задание: Настройте и протестируйте протокол MAVLink для передачи данных.

Ответ: Используйте программное обеспечение для анализа сообщений MAVLink и проверьте, как они обрабатываются системой.

7. Измерение уровня сигнала

Задание: Измерьте уровень радиосигнала на различных расстояниях от передатчика.

Ответ: Запишите уровень сигнала на каждом расстоянии и постройте график зависимости уровня сигнала от расстояния.

8. Тестирование системы управления

Задание: Проведите тестирование системы управления БПЛА в различных режимах.

Ответ: Запустите БПЛА в ручном и автоматическом режимах и сравните результаты управления.

9. Проверка системы шифрования

Задание: Настройте и протестируйте систему шифрования данных.

Ответ: Используйте алгоритмы AES или RSA для шифрования данных, передаваемых между БПЛА и наземной станцией, и проверьте, что данные не могут быть перехвачены.

10. Тестирование антенн

Задание: Сравните характеристики различных типов антенн (дипольная, параболическая, всенаправленная).

Ответ: Измерьте коэффициент усиления и направленность каждой антенны и составьте сравнительную таблицу.

11. Проверка электромагнитной совместимости

Задание: Проведите тестирование на электромагнитную совместимость (ЭМС) БПЛА.

Ответ: Измерьте уровень излучаемых и воспринимаемых сигналов, чтобы убедиться, что они соответствуют стандартам ЭМС.

12. Настройка автопилота

Задание: Настройте автопилот для выполнения автоматического полета.

Ответ: Введите координаты точек маршрута в программное обеспечение автопилота и запустите режим автоматического полета.

13. Тестирование системы передачи видео

Задание: Проведите тестирование системы передачи видео с БПЛА.

Ответ: Убедитесь, что видео передается в реальном времени и качество изображения соответствует требованиям.

14. Анализ производительности модуляции

Задание: Сравните производительность различных методов модуляции (АМ, FM, цифровая).

Ответ: Измерьте качество сигнала и устойчивость к помехам для каждого метода модуляции.

15. Проверка системы защиты данных

Задание: Проверьте, как система защищает данные от несанкционированного доступа.

Ответ: Проведите тест на проникновение и проверьте, как система реагирует на попытки несанкционированного доступа.

16. Тестирование системы управления в условиях ограниченной видимости

Задание: Проведите тестирование БПЛА в условиях плохой видимости.

Ответ: Используйте режимы автоматического управления и телеметрии для безопасного выполнения полета.

17. Изучение и тестирование методов диагностики

Задание: Изучите и протестируйте методы диагностики неисправностей в радиолиниях.

Ответ: Используйте мультиметр и осциллограф для проверки напряжений и сигналов на различных компонентах.

18. Настройка системы передачи данных

Задание: Настройте систему передачи данных для передачи данных о состоянии БПЛА.

Ответ: Используйте протоколы передачи данных и проверьте, что данные передаются корректно.

19. Разработка проекта по улучшению радиолиний

Задание: Разработайте проект по улучшению радиолиний управления БПЛА.

Ответ: Опишите, какие изменения можно внести в существующие системы для повышения их производительности и надежности.

20. Тестирование системы резервирования связи

Задание: Проверьте, как система резервирования связи работает в случае потери основной связи.

Ответ: Создайте сценарий потери связи и убедитесь, что резервная система автоматически активируется и поддерживает связь.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству «лабораторные работы»

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

5. Реферат
(базовый уровень)

1. Основы радиолиний управления БПЛА
Изучение принципов работы радиолиний, их компонентов и функций в системе управления БПЛА.
2. Типы антенн для БПЛА
Анализ различных типов антенн, их характеристик и применения в беспилотных летательных аппаратах.
3. Протоколы передачи данных в БПЛА
Обзор основных протоколов, таких как MAVLink и других, используемых для передачи данных между БПЛА и наземными станциями.
4. Методы модуляции сигналов в радиолиниях БПЛА
Сравнительный анализ различных методов модуляции (АМ, FM, цифровая) и их применения в системах БПЛА.
5. Электромагнитная совместимость (ЭМС) БПЛА
Изучение требований и стандартов ЭМС для радиолиний управления и передачи данных БПЛА.
6. Системы телеметрии в БПЛА
Обзор систем телеметрии, их функций и значимости для мониторинга состояния БПЛА.
7. Безопасность радиосистем БПЛА
Анализ угроз безопасности, методов защиты и шифрования данных в радиолиниях управления БПЛА.
8. Технологии передачи видео с БПЛА
Изучение технологий и протоколов, используемых для передачи видео в реальном времени с беспилотников.
9. Роль GPS в системах управления БПЛА
Обзор использования GPS для навигации и управления полетом БПЛА.
10. Проблемы и решения в области радиосвязи БПЛА
Анализ основных проблем, с которыми сталкиваются радиосистемы БПЛА, и возможные решения.
11. Интеграция радиолиний управления в системы БПЛА
Изучение процесса интеграции радиолиний управления в общую архитектуру БПЛА.
12. Будущее радиолиний управления и передачи данных БПЛА
Прогнозирование тенденций и новых технологий в области радиосвязи для БПЛА.
13. Использование 5G в управлении БПЛА
Анализ возможностей и преимуществ использования сетей 5G для управления и передачи данных БПЛА.

14. Сравнение радиолиний управления для различных типов БПЛА
Сравнительный анализ радиолиний управления для различных классов беспилотников (квадрокоптеры, фиксированные крылья и т.д.).
15. Методы диагностики и тестирования радиосистем БПЛА
Обзор методов и инструментов для диагностики и тестирования радиолиний управления.
16. Применение радиолиний управления в военных БПЛА
Изучение особенностей и требований к радиосистемам в военных беспилотниках.
17. Роль искусственного интеллекта в управлении БПЛА
Анализ применения AI для улучшения систем управления и передачи данных БПЛА.
18. Кейс-стадии успешного применения БПЛА с радиолиниями управления
Примеры успешного использования БПЛА в различных отраслях с акцентом на радиосистемы.
19. Проблемы интерференции в радиолиниях управления БПЛА
Изучение причин и последствий интерференции, а также методов ее минимизации.
20. Этические и правовые аспекты использования радиолиний управления БПЛА
Обзор правовых норм и этических вопросов, связанных с использованием радиосистем в беспилотной авиации.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству» реферат»

Шкала оценивания (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 для промежуточной аттестации (курсовая работа)

Тема курсовой работы: "Радиоэлектронное оборудование БПЛА: Принципы работы, компоненты и современные тенденции"

Введение

Введение в тему радиоэлектронного оборудования беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) включает в себя определение БПЛА, их значимость в современных технологиях и основные функции радиоэлектронного оборудования. БПЛА находят применение в различных областях, таких как сельское хозяйство, охрана окружающей среды, военное дело и доставка товаров. В данной работе будет рассмотрено, как радиоэлектронное оборудование обеспечивает управление, связь и передачу данных.

1. Основные компоненты радиоэлектронного оборудования БПЛА

1.1. Передатчики и приемники

Передатчики и приемники являются основными компонентами, обеспечивающими связь между БПЛА и наземной станцией. Передатчики преобразуют данные в радиосигналы, которые затем передаются на приемник. Приемник, в свою очередь, декодирует эти сигналы и передает информацию на бортовые системы БПЛА.

1.2. Антенны

Антенны играют ключевую роль в обеспечении качественной связи. Существует множество типов антенн, включая всенаправленные, направленные и параболические антенны, каждая из которых имеет свои преимущества и недостатки в зависимости от условий эксплуатации.

1.3. Автопилоты

Автопилоты обеспечивают автоматическое управление полетом БПЛА. Они используют данные от различных сенсоров, таких как гироскопы и акселерометры, для поддержания стабильности и выполнения заданных маршрутов.

1.4. Системы телеметрии

Системы телеметрии позволяют передавать данные о состоянии БПЛА на наземную станцию в реальном времени. Это включает информацию о высоте, скорости, положении и состоянии батареи.

2. Принципы работы радиоэлектронного оборудования БПЛА

2.1. Работа радиосистем

Радиосистемы БПЛА работают на основе радиочастотной связи, которая позволяет передавать данные на большие расстояния. Используются различные методы модуляции, такие как АМ, ФМ и цифровая модуляция, для обеспечения надежной передачи данных.

2.2. Электромагнитная совместимость

Электромагнитная совместимость (ЭМС) является важным аспектом проектирования радиоэлектронного оборудования. Она обеспечивает защиту от помех и гарантирует, что оборудование будет работать в условиях электромагнитного излучения.

3. Современные тенденции в радиоэлектронном оборудовании БПЛА

3.1. Интеграция IoT

С интеграцией Интернета вещей (IoT) БПЛА становятся более умными и автономными. Это позволяет им обмениваться данными с другими устройствами и системами, улучшая эффективность и функциональность.

3.2. Использование 5G

Сети 5G открывают новые возможности для БПЛА, обеспечивая высокоскоростную передачу данных и минимальную задержку. Это особенно важно для приложений, требующих передачи видео в реальном времени.

3.3. Развитие технологий шифрования

С увеличением угроз безопасности возрастает необходимость в надежных системах шифрования для защиты данных, передаваемых между БПЛА и наземными станциями.

Заключение

В заключении подводятся итоги исследования, подчеркивается важность радиоэлектронного оборудования для функционирования БПЛА и рассматриваются перспективы его развития. Учитывая современные тенденции, можно ожидать, что радиоэлектронное оборудование БПЛА будет продолжать эволюционировать, обеспечивая новые возможности для применения беспилотных технологий.

Ответы на возможные вопросы

1. Каковы основные функции радиоэлектронного оборудования БПЛА?

Основные функции включают управление полетом, связь с наземной станцией и передачу данных о состоянии БПЛА.

2. Какие типы антенн используются в БПЛА?

Используются всенаправленные, направленные и параболические антенны, каждая из которых имеет свои особенности.

3. Как обеспечивается безопасность данных в системах БПЛА?

Безопасность данных обеспечивается с помощью шифрования и протоколов безопасности, таких как AES и RSA.

4. Каковы современные тенденции в развитии радиоэлектронного оборудования БПЛА?

Современные тенденции включают интеграцию IoT, использование 5G и развитие технологий шифрования.

5. Какова роль автопилота в БПЛА?

Автопилот обеспечивает автоматическое управление полетом, используя данные от сенсоров для поддержания стабильности и выполнения заданных маршрутов.

Список литературы

1. ICAO. (2020). International Standards and Recommended Practices.
2. FAA. (2019). Aeronautical Information Manual.
3. Кузнецов, А. В. (2018). Воздушная навигация: Учебное пособие. Москва: Транспорт.
4. Метеорология для пилотов. (2021). Учебное пособие. Санкт-Петербург: Авиапресс.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству – *курсовая работа*.

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. Оценочные средства по зачету

Вопросы к зачету

1. Что такое БПЛА и какие основные функции он выполняет?
2. Каковы основные компоненты радиоэлектронного оборудования БПЛА?
3. Как работает радиопередатчик в системе БПЛА?
4. Что такое приемник и как он взаимодействует с передатчиком?
5. Каковы основные типы антенн, используемых в БПЛА, и их характеристики?
6. Что такое автопилот и как он влияет на управление БПЛА?
7. Как осуществляется связь между БПЛА и наземной станцией?
8. Что такое телеметрия и как она применяется в БПЛА?
9. Каковы основные методы модуляции сигналов, используемые в системах БПЛА?
10. Каковы требования к электромагнитной совместимости (ЭМС) для БПЛА?
11. Как проводится тестирование радиоэлектронного оборудования БПЛА?
12. Каковы современные тенденции в разработке радиоэлектронного оборудования для БПЛА?
13. Как правовые аспекты влияют на эксплуатацию БПЛА и их радиоэлектронного оборудования?
14. Как БПЛА могут использоваться в различных отраслях, таких как сельское хозяйство и строительство?
15. Что такое системы управления полетом и как они интегрируются в БПЛА?
16. Каковы основные характеристики радиосигналов, используемых в БПЛА?
17. Как осуществляется защита данных и управление в системах БПЛА?
18. Каковы преимущества и недостатки различных типов модуляции в БПЛА?
19. Каковы основные этапы разработки и интеграции радиоэлектронного оборудования в БПЛА?
20. Каковы перспективы развития БПЛА и их радиоэлектронного оборудования в будущем?
21. Что такое радиочастотная идентификация (RFID) и как она может применяться в БПЛА?
22. Каковы основные проблемы, связанные с помехами в радиосистемах БПЛА?
23. Как осуществляется калибровка сенсоров в БПЛА?
24. Что такое системы резервирования связи и как они работают в БПЛА?
25. Каковы основные принципы работы систем передачи видео с БПЛА?
26. Как осуществляется мониторинг состояния БПЛА в реальном времени?
27. Каковы основные методы защиты от несанкционированного доступа к системам БПЛА?
28. Что такое алгоритмы маршрутизации и как они применяются в БПЛА?
29. Каковы особенности эксплуатации БПЛА в условиях городской застройки?
30. Каковы основные аспекты проектирования радиоэлектронного оборудования для БПЛА?

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству – зачет.

Шкала оценивания	Характеристика знания предмета и ответов
зачет	Студент глубоко и в полном объеме 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.
незачет	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

8. Оценочные средства по экзамену**Вопросы к экзамену**

1. Что такое радиолиния управления и передачи данных в контексте БПЛА?
2. Каковы основные компоненты радиолиний управления БПЛА?
3. Опишите принцип работы радиопередатчика в системе БПЛА.
4. Как функционирует радиоприемник и какие его основные характеристики?
5. Что такое антенна и какие типы антенн используются в БПЛА?
6. Каковы основные параметры, влияющие на дальность радиосигнала?
7. Что такое модуляция и какие методы модуляции применяются в радиолиниях БПЛА?
8. Как осуществляется связь между БПЛА и наземной станцией?
9. Что такое телеметрия и как она используется в БПЛА?
10. Каковы требования к электромагнитной совместимости (ЭМС) для радиолиний БПЛА?
11. Как проводится тестирование радиосистем БПЛА на помехи?
12. Каковы современные тенденции в разработке радиолиний управления для БПЛА?
13. Как правовые аспекты влияют на эксплуатацию радиолиний БПЛА?
14. Как БПЛА могут использоваться в различных отраслях, таких как сельское хозяйство и охрана окружающей среды?
15. Что такое автопилот и как он взаимодействует с радиолиниями управления?
16. Каковы основные характеристики радиосигналов, используемых в БПЛА?
17. Как осуществляется защита данных в системах передачи данных БПЛА?
18. Каковы преимущества и недостатки различных типов модуляции в радиолиниях БПЛА?
19. Каковы основные этапы разработки и интеграции радиолиний управления в БПЛА?
20. Каковы перспективы развития радиолиний управления и передачи данных в БПЛА?
21. Что такое радиочастотная идентификация (RFID) и как она может применяться в БПЛА?
22. Каковы основные проблемы, связанные с интерференцией в радиосистемах БПЛА?
23. Как осуществляется калибровка сенсоров в БПЛА?
24. Что такое системы резервирования связи и как они работают в БПЛА?
25. Каковы основные принципы работы систем передачи видео с БПЛА?
26. Как осуществляется мониторинг состояния БПЛА в реальном времени?
27. Каковы основные методы защиты от несанкционированного доступа к системам БПЛА?
28. Что такое алгоритмы маршрутизации и как они применяются в БПЛА?
29. Каковы особенности эксплуатации БПЛА в условиях городской застройки?

30. Каковы основные аспекты проектирования радиолиний управления и передачи данных для БПЛА?

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

9. 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

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