

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

«Луганский государственный университет имени Владимира Даля»

Институт гражданской защиты
Кафедра специальных технических средств

УТВЕРЖДАЮ

Директор института гражданской
защиты


Малкин В.Ю.
«07» февраля 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«СИЛОВЫЕ УСТАНОВКИ БАС И ИХ АГРЕГАТЫ»

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

Лист согласования РПУД

Рабочая программа учебной дисциплины «Силовые установки БАС и их агрегаты» по направлению подготовки 25.03.03 Аэронавигация профиля «Эксплуатация беспилотных авиационных систем» – 25 с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Силовые установки БАС и их агрегаты» 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.

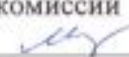
Заведующий кафедрой специальных технических средств  Победа Т. В.

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 «Силовые установки БАС и их агрегаты» является формирование знаний, умений и навыков необходимых для понимания физических основ функционирования силовых установок и систем электрических и гибридных БВС, принципов построения, анализа режимов работы и их грамотной эксплуатации.

Задачи изучения дисциплины «Силовые установки БАС и их агрегаты»:

- формирование базовой терминологии и понятий в области силовых установок для объектов авиационной техники;
- получение навыков использования в работе современной нормативно-справочной литературы;
- овладение навыками расчета электрических цепей и анализа режимов работы, а также практическими приемами безопасной работы с ними;
- приобретение знаний основных физических законов, на которых основано функционирование силовых установок и систем электрических и гибридных БВС;
- приобрести практические навыки по расчету основных характеристик их источников энергии БВС и особенности их эксплуатации.

Дисциплина «Силовые установки БАС и их агрегаты» обеспечивает подготовку выпускника к эксплуатационно-технологическому и сервисному виду профессиональной деятельности.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Силовые установки БАС и их агрегаты» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений модуля обязательных дисциплин учебного плана.

Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются:

знания:

- определений и понятий терминов по силовым установкам и их агрегатам для БАС;
- свойств и характеристик, а также типы силовых установок, их преимущества и недостатки;

умения:

- оценивать требования к БПЛА и выбирать соответствующую силовую установку в зависимости от задач, которые необходимо решить;
- способность проводить расчеты для проектирования силовых установок, включая определение необходимых параметров и характеристик;

владеть навыками:

- применения теоретических знаний на практике, например, в лабораторных условиях или в ходе проектной работы;
- методами проектирования конструкций с учетом прочностных характеристик и требований безопасности.

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

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов
ПК-1. Способен применять методы анализа и расчета в аэродинамических механических, электромагнитных и комбинированных системах для решения профессиональных задач	ПК-1.1 использует методы решения задач механики для оценки прочности авиационных конструкций;	Знать: методы решения задач механики для оценки прочности авиационных конструкций;
	ПК-1.2 проводит расчет аэродинамических характеристик БВС СВТ, используя методы	Уметь: выполнять расчет на прочность элементов силовой установки, обеспечивая при этом

	теоретической и экспериментальной аэродинамики; ПК-1.3 использует методы анализа основ конструкции ВВС СВТ, имеющих отношение к их эксплуатации.	высокую степень надежности и долговечности при минимальной массе и стоимости. Владеть: четкими знаниями, необходимыми для решения проблем, возникающих при проектировании и расчёте элементов авиационных конструкций, обеспечивая высокую степень надежности и долговечности
--	--	--

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)	108 (Зизач. ед.)	-
Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего) в том числе:	51	-
Лекции	34	-
Семинарские занятия	-	-
Практические занятия	17	-
Лабораторные работы		
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)	57	-
Форма аттестации	зачет	-

4.2 Содержание разделов дисциплины

Семестр 6

Тема 1. Введение в силовые установки БПЛА

Основные понятия и определения, связанные с силовыми установками беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). Ключевые компоненты силовых установок, такие как двигатели, редукторы и системы управления. Различные типы БПЛА и их применению в различных сферах. Историческое развитие силовых установок и их влияние на эволюцию БПЛА. Рассматриваются основные требования к силовым установкам, включая мощность, эффективность и надежность. Обсуждаются современные тенденции в области разработки силовых установок. Лекция завершается обзором актуальных исследований и инноваций в данной области.

Тема 2. Типы двигателей для БПЛА

Рассматриваются различные типы двигателей, используемых в БПЛА, включая электрические, бензиновые и гибридные. Обсуждаются преимущества и недостатки каждого типа двигателя, а также их влияние на производительность БПЛА. Уделяется внимание характеристикам, таким как мощность, крутящий момент и расход топлива или энергии. Лекция включает примеры применения различных двигателей в реальных БПЛА. Рассматриваются аспекты выбора двигателя в зависимости от задач, которые необходимо

решить. Обсуждаются также вопросы экологии и устойчивого развития в контексте использования различных типов двигателей.

Тема 3. Системы управления силовыми установками

Рассматриваются системы управления, которые обеспечивают работу силовых установок БПЛА. Обсуждаются принципы работы систем управления, включая автоматизацию и программирование. Уделяется внимание различным типам контроллеров и их функциям. Лекция охватывает вопросы интеграции систем управления с другими компонентами БПЛА. Рассматриваются методы диагностики и мониторинга состояния силовых установок. Обсуждаются современные технологии, такие как системы управления на основе искусственного интеллекта. Лекция завершается анализом перспектив развития систем управления.

Тема 4. Агрегаты силовых установок

Рассматриваются основные агрегаты, входящие в состав силовых установок БПЛА, такие как редукторы, системы охлаждения и топливные системы. Обсуждаются функции и принципы работы каждого агрегата. Уделяется внимание вопросам проектирования и выбора агрегатов в зависимости от требований к БПЛА. Лекция включает примеры применения различных агрегатов в реальных системах. Рассматриваются аспекты обслуживания и ремонта агрегатов. Обсуждаются современные технологии, используемые в производстве агрегатов. Лекция завершается обзором тенденций в области разработки новых агрегатов.

Тема 5. Эффективность и надежность силовых установок

Рассматриваются критерии эффективности и надежности силовых установок БПЛА. Обсуждаются методы оценки производительности силовых установок, включая тестирование и моделирование. Уделяется внимание факторам, влияющим на эффективность, таким как вес, аэродинамика и условия эксплуатации. Лекция охватывает вопросы надежности, включая анализ отказов и методы повышения надежности. Рассматриваются примеры успешных и неудачных проектов, связанных с силовыми установками. Обсуждаются современные подходы к обеспечению надежности, такие как прогнозирование и мониторинг состояния. Лекция завершается анализом перспектив повышения эффективности и надежности.

Тема 6. Техническое обслуживание и ремонт силовых установок

Рассматриваются основные аспекты технического обслуживания и ремонта силовых установок БПЛА. Обсуждаются виды технического обслуживания, включая плановое и внеплановое. Уделяется внимание методам диагностики неисправностей и их устранения. Лекция охватывает вопросы замены компонентов и агрегатов. Рассматриваются аспекты обеспечения безопасности при обслуживании и ремонте. Обсуждаются современные технологии, используемые в техническом обслуживании, такие как дистанционный мониторинг и диагностика. Лекция завершается обзором лучших практик в области обслуживания силовых установок.

Тема 7. Экологические аспекты силовых установок БПЛА

Рассматриваются экологические аспекты, связанные с использованием силовых установок БПЛА. Обсуждаются влияние выбросов и шума на окружающую среду. Уделяется внимание вопросам устойчивого развития и экологии. Лекция охватывает современные технологии, направленные на снижение негативного воздействия на окружающую среду. Рассматриваются примеры успешных проектов, использующих экологически чистые технологии. Обсуждаются законодательные инициативы и стандарты в области экологии. Лекция завершается анализом перспектив развития экологически чистых силовых установок.

Тема 8. Инновации в области силовых установок БПЛА

Рассматриваются последние инновации в области силовых установок БПЛА. Обсуждаются новые материалы и технологии, используемые в производстве. Уделяется внимание разработкам в области повышения эффективности и надежности. Лекция охватывает примеры стартапов и исследовательских проектов, направленных на развитие силовых установок. Рассматриваются перспективы применения новых технологий, таких как 3D-печать и наноматериалы. Обсуждаются вызовы, с которыми сталкиваются разработчики, и пути их преодоления. Лекция завершается анализом будущих направлений исследований и разработок в области силовых установок.

4.3 Лекции

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Введение в силовые установки БПЛА	4	
2	Типы двигателей для БПЛА	4	
3	Системы управления силовыми установками	4	
4	Агрегаты силовых установок	4	
5	Эффективность и надежность силовых установок	4	
6	Техническое обслуживание и ремонт силовых установок	4	
7	Экологические аспекты силовых установок БПЛА	5	
8	Инновации в области силовых установок БПЛА	5	
Итого:		34	

4.3 Практические (семинарские) занятия

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Введение в силовые установки БПЛА	2	
2	Типы двигателей для БПЛА	2	
3	Системы управления силовыми установками	2	
4	Агрегаты силовых установок	2	
5	Эффективность и надежность силовых установок	2	
6	Техническое обслуживание и ремонт силовых установок	2	
7	Экологические аспекты силовых установок БПЛА	2	
8	Инновации в области силовых установок БПЛА	3	
Итого:		17	

4.4 Лабораторные работы

Не предусмотрено планом

4.6. Самостоятельная работа студентов

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов	
			Очная форма	Заочная форма
1	Введение в силовые установки БПЛА	Подготовка к практическому занятию и к промежуточной аттестации.	7	
2	Типы двигателей для БПЛА	Подготовка к практическому занятию и к промежуточной аттестации.	7	
3	Системы управления силовыми установками	Подготовка к практическим занятиям и к промежуточному контролю. Самостоятельный поиск источников информации.	7	

4	Агрегаты силовых установок	Подготовка к практическим занятиям и к промежуточному контролю. Самостоятельный поиск источников информации.	7	
5	Эффективность и надежность силовых установок	Подготовка к практическим занятиям, самостоятельный поиск источников информации.	7	
6	Техническое обслуживание и ремонт силовых установок	Подготовка к практическим занятиям, самостоятельный поиск источников информации.	7	
7	Экологические аспекты силовых установок БПЛА	Подготовка к практическим занятиям, самостоятельный поиск источников информации.	7	
8	Инновации в области силовых установок БПЛА	Подготовка к практическим занятиям, самостоятельный поиск источников информации.	8	
Итого:			57	

4.7 Курсовые работы/проекты по дисциплине «Силовые установки БАС и их агрегаты»»

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. Гусева, Р. И. Особенности конструкции, организация работы авиационных двигателей: учеб. пособие / Р. И. Гусева. – Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВПО «КНАГТУ», 2015. – 100 с.

2. Скубачевский, Г. С. Авиационные газотурбинные двигатели. Конструкция и расчет деталей / Г. С. Скубачевский. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1974. – 520 с.

3. Иноземцев, А. А. Авиационный двигатель [Электронный ресурс]: учебник / Иноземцев А.А., Коняев Е.А., Медведев В.В. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. - 320 с.

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. Максимов, Н. А. Двигатели самолетов и вертолетов / Н. А. Максимов, В. А. Секистов. – М.: Воениздат, 1977. – 343 с.

2. Теория воздушно-реактивных двигателей / под ред. С. М. Шляхтенко. – М.: Машиностроение, 1975. – 568 с.

3. Пономарев, Б. А. Настоящее и будущее авиационных двигателей / Б. А. Пономарев. – М.: Воениздат, 1982. – 240 с.

4. Нечаев, Ю. Н. Теория авиационных газотурбинных двигателей. В 2 ч. Ч. 2 / Ю. Н. Нечаев, Р. М. Федоров. – М.: Машиностроение, 1978. – 336 с.

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 «Силовые установки БАС и их агрегаты» 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
«Силовые установки БАС и их агрегаты»»**

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-1. Способен применять методы анализа и расчета в аэродинамических, механических, электромагнитных и комбинированных системах для решения профессиональных задач	Пороговый	знать: различные силовые установки: электрические, бензиновые и гибридные силовые установки, их преимущества и недостатки, а также области применения.
Основной		Базовый	уметь: оценивать требования к БПЛА и выбирать соответствующую силовую установку в зависимости от задач, которые необходимо решить
Заключительный		Высокий	владеть: способностью быстро осваивать новые технологии и методы, которые появляются в области силовых установок и БПЛА.

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-1	Способен применять методы анализа и расчета в аэродинамических механических, электромагнитных и комбинированных системах для решения профессиональных задач	ПК-1.1 использует методы решения задач механики для оценки прочности авиационных конструкций; ПК-1.2 проводит расчет аэродинамических характеристик ВВС СВТ, используя методы теоретической и экспериментальной аэродинамики; ПК-1.3 использует методы анализа основ конструкции ВВС СВТ, имеющих отношение к их эксплуатации.	<i>Тема 1. Введение в силовые установки БПЛА</i> <i>Тема 2. Типы двигателей для БПЛА</i> <i>Тема 3. Системы управления силовыми установками</i> <i>Тема 4. Агрегаты силовых установок</i> <i>Тема 5. Эффективность и надежность силовых установок</i> <i>Тема 6. Техническое обслуживание и ремонт силовых установок</i> <i>Тема 7. Экологические аспекты силовых установок БПЛА</i> <i>Тема 8. Инновации в области силовых установок БПЛА</i>	Начальный, Основной, Заключительный 6

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-1	ПК-1.1 использует методы решения задач механики для оценки прочности авиационных конструкций;	Знать: методы решения задач механики для оценки прочности конструкций; Уметь: выполнять расчет на	<i>Тема 1. Введение в силовые установки БПЛА</i> <i>Тема 2. Типы двигателей для БПЛА</i> <i>Тема 3. Системы управления</i>	Вопросы для комбинированного контроля усвоения теоретического

		ПК-1.2 проводит расчет аэродинамических характеристик ВВС СВТ, используя методы теоретической и экспериментальной аэродинамики; ПК-1.3 использует методы анализа основ конструкции ВВС СВТ, имеющих отношение к их эксплуатации.	прочность элементов силовой установки, обеспечивая при этом высокую степень надежности и долговечности при минимальной массе и стоимости. Владеть: четкими знаниями, необходимыми для решения проблем, возникающих при проектировании и расчёте элементов авиационных конструкций, обеспечивая высокую степень надежности и долговечности	<i>силовыми установками Тема 4. Агрегаты силовых установок Тема 5. Эффективность и надежность силовых установок Тема 6. Техническое обслуживание и ремонт силовых установок Тема 7. Экологические аспекты силовых установок БПЛА Тема 8. Инновации в области силовых установок БПЛА</i>	материала, задания по практическим занятиям, реферат, зачет
--	--	--	---	---	---

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

Теоретические вопросы:

1. Что такое силовая установка БПЛА?
Определите основные компоненты и их функции.
2. Какие типы двигателей используются в БПЛА?
Сравните электрические и бензиновые двигатели по их характеристикам.
3. Каковы основные параметры, определяющие эффективность силовой установки?
Обсудите влияние мощности, крутящего момента и расхода топлива.
4. Что такое редуктор и какую роль он играет в силовой установке БПЛА?
Опишите его функции и типы.
5. Каковы основные принципы работы электрических двигателей?
Объясните, как они преобразуют электрическую энергию в механическую.
6. Что такое система управления силовой установкой?
Опишите ее основные компоненты и функции.
7. Каковы требования к силовым установкам в зависимости от назначения БПЛА?
Приведите примеры различных применений.
8. Как осуществляется калибровка силовых установок?
Опишите процесс и его важность.
9. Каковы основные факторы, влияющие на надежность силовых установок?
Обсудите методы повышения надежности.
10. Что такое система охлаждения в силовых установках БПЛА?
Объясните ее функции и типы.

Практические вопросы:

11. Как провести диагностику неисправностей силовой установки?
Опишите основные шаги и инструменты.
12. Каковы этапы проектирования силовой установки для нового БПЛА?
Укажите ключевые моменты, которые необходимо учесть.
13. Как выбрать подходящий двигатель для конкретной миссии БПЛА?

Обсудите критерии выбора.

14. Каковы основные методы тестирования силовых установок?

Опишите, как проводить испытания и анализировать результаты.

15. Как осуществляется техническое обслуживание силовых установок?

Укажите основные процедуры и их частоту.

16. Каковы экологические аспекты, связанные с использованием силовых установок БПЛА?

Обсудите влияние на окружающую среду.

17. Каковы современные тенденции в разработке силовых установок для БПЛА?

Приведите примеры инновационных решений.

18. Каковы основные риски, связанные с эксплуатацией силовых установок БПЛА?

Обсудите меры по их минимизации.

19. Как использовать программное обеспечение для моделирования силовых установок?

Опишите основные функции и преимущества.

20. Каковы требования к безопасности при работе с силовыми установками БПЛА?

Укажите основные правила и рекомендации.

Дополнительные вопросы:

21. Каковы преимущества и недостатки различных типов силовых установок?

Сравните их по ключевым параметрам.

22. Каковы основные этапы разработки новых технологий для силовых установок?

Опишите процесс от идеи до реализации.

23. Каковы особенности эксплуатации силовых установок в различных климатических условиях?

Обсудите влияние температуры и влажности.

24. Каковы основные компоненты системы управления полетом БПЛА?

Опишите их взаимодействие с силовой установкой.

25. Каковы методы повышения эффективности силовых установок?

Обсудите современные подходы и технологии.

26. Каковы основные принципы работы гибридных силовых установок?

Объясните их преимущества и недостатки.

27. Каковы требования к сертификации силовых установок для БПЛА?

Укажите основные стандарты и процедуры.

28. Каковы примеры успешного применения БПЛА с различными силовыми установками?

Приведите конкретные случаи и результаты.

29. Каковы основные аспекты проектирования агрегатов для силовых установок?

Обсудите требования к материалам и конструкции.

30. Каковы перспективы развития силовых установок БПЛА в ближайшие годы?

Обсудите возможные направления исследований и разработок.

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 тип двигателя чаще всего используется в БПЛА?

- А) Двигатель внутреннего сгорания
- В) Электрический двигатель
- С) Гибридный двигатель
- D) Паровой двигатель

Ответ: В) Электрический двигатель

2. Какова основная функция редуктора в силовой установке БПЛА?

- А) Увеличение мощности
- В) Уменьшение веса
- С) Изменение скорости вращения
- D) Снижение шума

Ответ: С) Изменение скорости вращения

3. Какой параметр определяет эффективность двигателя?

- А) Крутящий момент
- В) Мощность
- С) Расход топлива
- D) Все вышеперечисленное

Ответ: D) Все вышеперечисленное

4. Что такое система управления силовой установкой?

- А) Устройство для охлаждения двигателя
- В) Система, контролирующая работу двигателя и его агрегатов
- С) Устройство для увеличения мощности
- D) Система для передачи данных

Ответ: В) Система, контролирующая работу двигателя и его агрегатов

5. Какой тип топлива используется в бензиновых двигателях БПЛА?

- А) Дизельное топливо
- В) Бензин
- С) Электрическая энергия
- D) Газ

Ответ: В) Бензин

6. Какова основная задача системы охлаждения в силовой установке?

- А) Увеличение мощности
- В) Поддержание оптимальной температуры
- С) Снижение веса
- D) Уменьшение шума

Ответ: В) Поддержание оптимальной температуры

7. Какой из следующих параметров не относится к характеристикам силовой установки?

- А) Мощность
- В) Вес
- С) Цвет
- D) Эффективность

Ответ: С) Цвет

8. Какой тип силовой установки считается наиболее экологически чистым?

- А) Бензиновая
- В) Дизельная
- С) Электрическая
- D) Гибридная

Ответ: С) Электрическая

9. Что такое крутящий момент?

- А) Мера мощности
- В) Мера силы, действующей на объект
- С) Мера вращательной силы
- D) Мера расхода топлива

Ответ: С) Мера вращательной силы

10. Какой из следующих факторов не влияет на надежность силовой установки?

- А) Качество материалов
- В) Условия эксплуатации
- С) Цвет корпуса
- D) Регулярность обслуживания

Ответ: С) Цвет корпуса

11. Какой из следующих компонентов не является частью силовой установки?

- А) Двигатель
- В) Редуктор
- С) Система управления
- D) Аэродинамическая поверхность

Ответ: D) Аэродинамическая поверхность

12. Какой тип силовой установки чаще всего используется в малых БПЛА?

- А) Дизельная
- В) Бензиновая
- С) Электрическая
- D) Паровая

Ответ: С) Электрическая

13. Какой из следующих параметров определяет мощность двигателя?

- А) Объем цилиндров
- В) Количество оборотов
- С) Расход топлива

- D) Все вышеперечисленное

Ответ: D) Все вышеперечисленное

14. Какой из следующих факторов влияет на выбор силовой установки для БПЛА?

- A) Вес БПЛА
- B) Задачи, которые необходимо решить
- C) Доступность топлива
- D) Все вышеперечисленное

Ответ: D) Все вышеперечисленное

15. Какой из следующих типов двигателей имеет наименьший уровень шума?

- A) Бензиновый
- B) Дизельный
- C) Электрический
- D) Гибридный

Ответ: C) Электрический

16. Какой из следующих компонентов отвечает за передачу мощности от двигателя к винту?

- A) Редуктор
- B) Система охлаждения
- C) Система управления
- D) Топливный насос

Ответ: A) Редуктор

17. Какой из следующих факторов не влияет на эффективность силовой установки?

- A) Аэродинамика
- B) Температура окружающей среды
- C) Цвет корпуса
- D) Вес БПЛА

Ответ: C) Цвет корпуса

18. Какой из следующих типов силовых установок является наиболее распространенным в коммерческих БПЛА?

- A) Бензиновая
- B) Дизельная
- C) Электрическая
- D) Гибридная

Ответ: C) Электрическая

19. Какой из следующих параметров определяет расход топлива?

- A) Мощность
- B) Крутящий момент
- C) Эффективность
- D) Все вышеперечисленное

Ответ: D) Все вышеперечисленное

20. Какой из следующих факторов влияет на срок службы силовой установки?

- А) Качество материалов
- В) Условия эксплуатации
- С) Регулярность обслуживания
- D) Все вышеперечисленное

Ответ: D) Все вышеперечисленное

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)

Задача 1: Расчет мощности двигателя

Условие:

БПЛА должен иметь максимальную взлетную массу 5 кг. Для этого требуется двигать его с ускорением 3 м/с². Определите необходимую мощность двигателя, если мощность определяется по формуле

$$P = F \times v$$

где F - сила (в Н), v - скорость (в м/с). Предположим, что скорость при взлете составляет 5 м/с.

Решение:

Сначала найдем силу:

$$F = m \times a = 5 \, \text{кг} \times 3 \, \text{м/с}^2 = 15 \, \text{Н}$$

Теперь найдем мощность:

$$P = F \times v = 15 \, \text{Н} \times 5 \, \text{м/с} = 75 \, \text{Вт}$$

Ответ: 75 Вт.

Задача 2: Определение крутящего момента

Условие:

Двигатель БПЛА развивает мощность 200 Вт при 3000 об/мин. Определите крутящий момент (в Нм), если мощность рассчитывается по формуле

$$P = \frac{T \times \omega}{60}$$

где T - крутящий момент, ω - угловая скорость в об/мин.

Решение:

Сначала найдем угловую скорость:

$$\omega = 3000 \, \text{об/мин} = \frac{3000 \times 2\pi}{60} \approx 314 \, \text{рад/с}$$

Теперь подставим значения в формулу:

$$200 = \frac{T \times 314}{60}$$

Решаем:

$$T = \frac{200 \times 60}{314} \approx 38.2 \, \text{Нм}$$

Ответ: 38.2 Нм.

Задача 3: Расчет расхода топлива

Условие:

БПЛА потребляет 0.5 литра бензина на 10 минут полета. Определите расход топлива за час полета.

Решение:

Расход топлива за 10 минут: 0.5 л, следовательно, за 1 минуту:

$$\left[\frac{0.5 \text{ л}}{10} = 0.05 \text{ л/мин} \right]$$

Расход за час (60 минут):

$$\left[0.05 \text{ л/мин} \times 60 \text{ мин} = 3 \text{ л} \right]$$

Ответ: 3 л.

Задача 4: Определение времени полета

Условие:

БПЛА с нагрузкой 3 кг имеет емкость батареи 12 В и емкость 10000 мАч. Какое максимальное время полета при условии, что расход энергии составляет 30 Вт?

Решение:

Сначала определим общее количество энергии в батарее:

$$\left[E = V \times I = 12 \text{ В} \times 10 \text{ А} = 120 \text{ Вт·ч} \right]$$

Теперь найдем время полета:

$$\left[\text{Время} = \frac{E}{P} = \frac{120}{30} = 4 \text{ ч} \right]$$

Ответ: 4 часа.

Задача 5: Расчет площади винта

Условие:

Винт БПЛА должен создавать подъемную силу 20 Н. При известном коэффициенте подъемной силы ($K = 0.1$), найдите необходимую площадь винта.

Решение:

Формула для подъемной силы:

$$\left[L = \frac{1}{2} \rho v^2 S K \right]$$

Принимаем ($\rho = 1.225 \text{ кг/м}^3$) (плотность воздуха) и скорость ($v = 10 \text{ м/с}$):

$$\left[20 = \frac{1}{2} \cdot 1.225 \cdot 10^2 \cdot S \cdot 0.1 \right]$$

Решаем для (S):

$$\left[S = \frac{20}{0.5 \cdot 1.225 \cdot 100 \cdot 0.1} \approx 3.27 \text{ м}^2 \right]$$

Ответ: 3.27 м².

Задача 6: Нагрев двигателя

Условие:

Двигатель БПЛА имеет тепловую мощность 500 Вт. Если его теплоотводная способность 200 Вт, какова будет температура двигателя через 1 час, если его начальная температура 25°C?

Решение:

Общая произведенная теплота:

$$Q = P \cdot t = (500 - 200) \cdot 3600 = 1,080,000 \text{ Дж}$$

Считаем изменение температуры:

Принимаем теплоемкость двигателя $0.5 \text{ Дж/(г} \cdot ^\circ\text{C)}$ и массу 1 кг :

$$\Delta T = \frac{Q}{m \cdot c} = \frac{1,080,000}{1000 \cdot 0.5} = 2160 ^\circ\text{C}$$

Температура двигателя:

$$25 + 2160 = 2185 ^\circ\text{C}$$

Ответ: $2185 ^\circ\text{C}$ (теоретический максимум).

Задача 7: Сравнение двигателей

Условие:

Сравните два двигателя: один с мощностью 250 Вт и крутящим моментом 16 Нм , другой – с мощностью 320 Вт и крутящим моментом 18 Нм . Какой двигатель будет предпочтительнее для БПЛА?

Решение:

Сравните параметры. Второй двигатель имеет больше мощности и больший крутящий момент, а значит, обеспечит лучшую производительность.

Ответ: Второй двигатель предпочтительнее.

Задача 8: Определение массы БПЛА

Условие:

БПЛА с общим коэффициентом подъемной силы 2.5 поднимает полезную нагрузку в 10 кг . Определите максимальную массу БПЛА, принимая, что вес аппарата составляет 25% от поднятой нагрузки.

Решение:

Максимальная подъемная сила:

$$L_{\max} = \text{Полезная нагрузка} + \text{Вес БПЛА} = 10 + \frac{25}{100} \cdot (10) = 12.5 \text{ кг}$$

Ответ: 12.5 кг .

Задача 9: Определение уровня шума

Условие:

Двигатель БПЛА производит шума на уровне 80 дБ . Чему будет равен уровень шума на расстоянии 10 метров, если уровень шума уменьшается на 6 дБ с увеличением расстояния в два раза?

Решение:

На росте расстояния до 10 м (от 1 м) уровень шума уменьшается на:

$$20 \cdot \log_{10}(10) = 20 \text{ дБ}$$

Итоговый уровень шума:

$$80 - 20 = 60 \text{ дБ}$$

Ответ: 60 дБ .

Задача 10: Эффективность системы

Условие:

Система питания БПЛА имеет эффективность 90%. Если БПЛА потребляет 60 Вт, определите, сколько ватт энергии необходимо для обеспечения этой потребности.

Решение:

Требуемая мощность:

$$P_{\text{необходимая}} = \frac{P_{\text{потребляемая}}}{\text{эффективность}} = \frac{60}{0.9} \approx 66.67 \text{ Вт}$$

Ответ: 66.67 Вт.

Эти практические задачи помогут студентам лучше усвоить и применять теоретические знания по силовым установкам и агрегатам БПЛА.

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. Реферат (базовый уровень)

- Типы и классификация двигателей БПЛА
Обзор основных типов двигателей, используемых в беспилотных летательных аппаратах.
- Принципы работы электрических двигателей для БПЛА
Особенности и преимущества электрических двигателей в контексте применения на БПЛА.
- Гибридные силовые установки: перспективы и вызовы
Анализ применения гибридных технологий в силовых установках БПЛА.
- Инновационные технологии в области силовых установок БПЛА
Сравнение современных и перспективных технологий, включая новейшие разработки.
- Влияние аэродинамики на эффективность силовых установок БПЛА
Как форму и дизайн БПЛА влияют на производительность его силовой установки.
- Энергетические источники для БПЛА: сравнение и анализ
Обзор различных источников энергии, включая батареи, топливные элементы и другие варианты.
- Техническое обслуживание и диагностика силовых установок
Практические аспекты обслуживания и методы диагностики неисправностей.
- Эффективность расхода топлива для бензиновых и дизельных двигателей
Сравнение показателей эффективности различных типов двигателей.
- Экологические аспекты использования силовых установок БПЛА
Влияние выбросов и шума на окружающую среду при использовании БПЛА.
- Системы охлаждения в силовых установках БПЛА
Обзор различных подходов к охлаждению двигателей БПЛА.
- Применение жидкостных и воздушных охлаждающих систем
Сравнительный анализ жидкостных и воздушных охладителей для БПЛА.

12. Системы управления полетом и их связь с силовыми установками
Как системы управления влияют на производительность силовых установок.
13. Материалы, используемые в производстве силовых установок
Обзор современных материалов и их влияние на характеристики БПЛА.
14. Отраслевые стандарты и сертификация силовых установок БПЛА
Рассмотрение необходимых стандартов для силовых установок и их сертификация.
15. Проблемы и решения в проектировании силовых установок для БПЛА
Обсуждение важных аспектов проектирования и возникающих проблем.
16. Применение искусственного интеллекта в управлении силовыми установками
Как AI может улучшить работу и безопасность силовых установок БПЛА.
17. Будущее силовых установок БПЛА: тренды и прогнозы
Анализ текущих трендов и возможных направлений развития технологий.
18. Топливные элементы как альтернативный источник энергии для БПЛА
Перспективы использования водородных и других топливных элементов.
19. Сравнение характеристик различных типов винтов для БПЛА
Влияние различных конструкций винтов на производительность БПЛА.
20. Критерии выбора силовой установки для специального назначения БПЛА
Обзор факторов, влияющих на выбор установки в зависимости от назначения БПЛА.

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.)

5. Оценочные средства по экзамену

Вопросы к экзамену

1. Что такое электрическая силовая установка БПЛА?
Определите основные компоненты и их функции.
2. Каковы преимущества электрических силовых установок по сравнению с бензиновыми?
Обсудите основные аспекты, такие как эффективность, шум и экологичность.
3. Каковы основные типы электрических двигателей, используемых в БПЛА?
Сравните бесколлекторные и коллекторные двигатели.
4. Что такое система управления двигателем?
Опишите ее функции и основные компоненты.
5. Какова роль аккумуляторов в электрических силовых установках БПЛА?
Обсудите типы аккумуляторов и их характеристики.

6. Каковы основные параметры, определяющие производительность электрической силовой установки?
Обсудите мощность, крутящий момент и эффективность.
7. Что такое ESC (Electronic Speed Controller) и какова его функция?
Опишите, как он управляет работой электрического двигателя.
8. Каковы требования к охлаждению электрических двигателей в БПЛА?
Обсудите методы охлаждения и их важность.
9. Каковы основные факторы, влияющие на выбор аккумулятора для БПЛА?
Укажите параметры, такие как емкость, вес и напряжение.
10. Что такое система рекуперации энергии в электрических силовых установках?
Объясните, как она работает и ее преимущества.
11. Каковы основные принципы работы бесколлекторных двигателей?
Опишите, как они отличаются от коллекторных.
12. Каковы преимущества использования литий-ионных аккумуляторов в БПЛА?
Обсудите их характеристики и применение.
13. Что такое напряжение и ток в контексте электрических силовых установок?
Объясните их взаимосвязь и влияние на производительность.
14. Каковы основные методы диагностики неисправностей в электрических силовых установках?
Укажите инструменты и подходы.
15. Каковы экологические преимущества электрических силовых установок?
Обсудите влияние на окружающую среду.
16. Что такое система управления полетом и как она взаимодействует с электрической силовой установкой?
Опишите их взаимосвязь.
17. Каковы основные аспекты проектирования электрических силовых установок для БПЛА?
Укажите ключевые моменты, которые необходимо учесть.
18. Каковы требования к безопасности при работе с электрическими силовыми установками?
Обсудите основные правила и рекомендации.
19. Каковы современные тенденции в разработке электрических силовых установок для БПЛА?
Приведите примеры инновационных решений.
20. Что такое система управления зарядом аккумуляторов?
Опишите ее функции и важность.
21. Каковы основные параметры, определяющие эффективность электрического двигателя?
Обсудите, как они влияют на производительность БПЛА.
22. Каковы методы повышения надежности электрических силовых установок?
Укажите подходы и технологии.
23. Что такое электромагнитная совместимость (ЕМС) и почему она важна для БПЛА?
Объясните ее значение.
24. Каковы основные компоненты системы распределения электроэнергии в БПЛА?
Опишите их функции и взаимодействие.
25. Каковы преимущества и недостатки различных типов электрических двигателей?
Сравните их по производительности и применению.
26. Что такое система мониторинга состояния электрической силовой установки?
Обсудите ее функции и важность.
27. Каковы основные аспекты технического обслуживания электрических силовых установок?
Укажите процедуры и их частоту.
28. Каковы требования к сертификации электрических силовых установок для БПЛА?

Укажите основные стандарты и процедуры.

29. Каковы примеры успешного применения электрических силовых установок в различных отраслях?

Приведите конкретные случаи и результаты.

30. Каковы перспективы развития электрических силовых установок для БПЛА в ближайшие годы?

Обсудите возможные направления исследований и разработок.

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

6. 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.			