

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
(МИНОБРНАУКИ РОССИИ)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНБАССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ДонГТУ»)

Факультет информационных технологий и автоматизации
производственных процессов
Кафедра электромеханики им. А. Б. Зеленова



УТВЕРЖДАЮ
И. о. проректора по
учебной работе
Д. В. Мулов

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Аккумуляторы и зарядные устройства для беспилотных аппаратов
(наименование дисциплины)

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
(код, наименование направления)

Электрические машины и аппараты. Беспилотная техника
(профиль подготовки)

Квалификация

бакалавр

(бакалавр/специалист/магистр)

Форма обучения

очная, заочная

(очная, очно-заочная, заочная)

Алчевск, 2024

1 Цели и задачи изучения дисциплины

Цель дисциплины: формирование у студентов системы знаний, умений и навыков, связанных с применением аккумуляторов и зарядных устройств для беспилотных аппаратов.

Задачи изучения дисциплины: получение знаний и формирование навыков необходимых для обоснованного выбора и применения аккумуляторов и зарядных устройств для беспилотных аппаратов.

Дисциплина направлена на формирование компетенций ОПК-3, и ПК-2 выпускника.

2 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Логико-структурный анализ дисциплины: курс входит в БЛОК 1 «Дисциплины (модули)», элективные дисциплины (модули) подготовки студентов по направлению 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника (профиль «Электрические машины и аппараты. Беспилотная техника»).

Дисциплина реализуется кафедрой электрических машин и аппаратов. Основывается на базе дисциплин: «Физика», «Высшая математика», «Химия», «Теоретические основы электротехники», «Основы метрологии и электрические измерения», «Электротехнические материалы», «Основы беспилотной техники».

Является основой для изучения следующих дисциплин: «Проектирование беспилотной техники», «Моделирование электромеханических систем и беспилотной техники», «Научно-исследовательская работа», «Производственная (преддипломная) практика», выпускная квалификационная работа.

Для изучения дисциплины необходимы компетенции, сформированные у студента для решения профессиональных задач деятельности, связанных с обоснованным выбором и применением аккумуляторов и зарядных устройств для беспилотных аппаратов.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 ак. ч. Программой дисциплины предусмотрены лекционные (18 ак.ч. для групп ЭМА, 6 ак. ч. для группы ЭМА-з), лабораторные занятия (18 ак.ч. для групп ЭМА, 4 ак. ч. для группы ЭМА-з) и самостоятельная работа студента (72 ак.ч. для групп ЭМА, 98 ак.ч. для группы ЭМА-з).

Дисциплина изучается на 4 курсе в 7 семестре для групп ЭМА и в 8 семестре для групп ЭМА-з. Форма промежуточной аттестации – зачёт.

По дисциплине не предусмотрен курсовой проект.

3 Перечень результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Процесс изучения дисциплины «Аккумуляторы и зарядные устройства для беспилотных аппаратов» направлен на формирование компетенций, представленных в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Компетенции, обязательные к освоению

Содержание компетенции	Код компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	ОПК-3	ОПК-3.1. Понимает важность применения фундаментальных законов природы и основных физических и математических законов. ОПК-3.2 Умеет аргументировано применять физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера, разрабатывать мероприятия по энергосбережению на предприятиях. ОПК-3.3 Разрабатывает мероприятия по энергосбережению в беспилотной технике ОПК-3.4 Владеет навыками применения законов физики и математики при решении конкретных задач инженерной деятельности.
Готовность к участию в разработке, производстве, эксплуатации, испытаниях электроэнергетического и электротехнического оборудования, систем электропривода, способность оформлять техническую документацию на различных стадиях разработки объектов профессиональной деятельности	ПК-2	ПК-2.1. Способен к разработке электроэнергетического и электротехнического оборудования, систем электропривода. ПК-2.2. Знает правила ввода в эксплуатацию электроэнергетического и электротехнического оборудования, систем электропривода. ПК-2.3. Знает стандарты соответствующих видов испытаний электроэнергетического и электротехнического оборудования, систем электропривода. ПК-2.4. Способен составлять и оформлять техническую документацию на различных стадиях разработки объектов профессиональной деятельности.

4 Объём и виды занятий по дисциплине

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 ак. ч.

Самостоятельная работа студента (СРС) включает проработку материалов лекций, подготовку к лабораторным работам, текущему контролю, самостоятельное изучение материала и подготовку к зачёту.

При организации внеаудиторной самостоятельной работы по данной дисциплине используются формы и распределение бюджета времени на СРС для очной формы обучения в соответствии с таблицей 4.1.

Таблица 4.1 – Распределение бюджета времени на СРС

Вид учебной работы	Всего ак. ч.	Ак .ч. по семестрам
		7
Аудиторная работа, в том числе:	36	36
Лекции (Л)	18	18
Практические занятия (ПЗ)	–	–
Лабораторные работы (ЛР)	18	18
Курсовая работа/курсовой проект	–	–
Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:	72	72
Подготовка к лекциям	9	9
Подготовка к лабораторным работам	18	18
Подготовка к практическим занятиям / семинарам	0	0
Выполнение курсовой работы / проекта	0	0
Расчетно-графическая работа (РГР)	0	0
Реферат (индивидуальное задание)	0	0
Домашнее задание	0	0
Подготовка к контрольной работе	0	0
Подготовка к коллоквиумам	12	12
Аналитический информационный поиск	12	12
Работа в библиотеке	9	9
Подготовка к зачёту	12	12
Промежуточная аттестация – зачёт (З)	3	3
Общая трудоемкость дисциплины		
Ак. ч.	108	108
З. е.	3	3

5 Содержание дисциплины

С целью освоения компетенций, приведенных в п. 3 дисциплина разбита на 8 тем:

- тема 1 (Введение в энергосистемы беспилотной техники);
- тема 2 (Типы аккумуляторов и их характеристики);
- тема 3 (Параметры и эксплуатация аккумуляторов);
- тема 4 (Системы управления аккумуляторными батареями беспилотной техники);
- тема 5 (Зарядные устройства для аккумуляторных батарей беспилотной техники);
- тема 6 (Расчёт и проектирование энергосистемы беспилотного аппарата);
- тема 7 (Безопасность при работе с аккумуляторами);
- тема 8 (Современные тенденции и перспективные технологии аккумуляторов беспилотной техники).

Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов для очной и заочной формы приведены в таблице 5.1 и 5.2 соответственно.

Таблица 5.1 – Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов (очная форма обучения)

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак. ч.	Темы лабораторных занятий	Трудоемкость в ак. ч.
1	Введение в энергосистемы беспилотной техники	Роль аккумуляторов в беспилотных системах. Основные требования к источникам питания беспилотных аппаратов. Критерии выбора аккумуляторов для разных типов беспилотной техники	2	–	–	Экспериментальное определение характеристик аккумуляторов.	4
2	Типы аккумуляторов и их характеристики	Теоретические основы работы аккумуляторов. Классификация аккумуляторов. Характеристики аккумуляторов: ёмкость, плотность энергии, саморазряд, температурный режим.	2	–	–	–	–

Продолжение таблицы 5.1

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак. ч.	Темы лабораторных занятий	Трудоемкость в ак. ч.
3	Параметры и эксплуатация аккумуляторов	Основные характеристики аккумуляторов: напряжение, ёмкость, С-рейтинг, внутреннее сопротивление. Влияние разрядных и зарядных токов на срок службы аккумуляторов. Эффект памяти и методы его предотвращения. Деградация аккумуляторов и методы диагностики состояния аккумуляторов.	2	–	–	–	–
4	Системы управления аккумуляторными батареями беспилотной техники	Системы управления батареями BMS (Battery Management System). Функции BMS: балансировка ячеек, защита от переразряда/перезаряда, контроль температуры. Аппаратная и программная реализация BMS. Примеры готовых решений и принципы самостоятельной разработки.	2	–	–	Изучение системы управления батареями.	4

Продолжение таблицы 5.1

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак. ч.	Темы лабораторных занятий	Трудоемкость в ак. ч.
5	Зарядные устройства для аккумуляторных батарей беспилотной техники	Принципы работы зарядных устройств. Типы зарядных процессов: балансный, быстрый, интеллектуальный. Заряд аккумуляторов в полевых условиях (от солнечных панелей, генераторов). Беспроводная зарядка аккумуляторов и системы автоматической замены батарей.	2	—	—	Изучение и практическая реализация зарядных процессов разных типов.	4 —
6	Расчёт и проектирование энергосистемы беспилотного аппарата	Методика расчёта времени полёта. Оптимизация веса аккумуляторных батарей и энергоэффективности. Выбор конфигурации батарей.	4	—	—	—	—

Продолжение таблицы 5.1

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак. ч.	Темы лабораторных занятий	Трудоемкость в ак. ч.
7	Безопасность при работе с аккумуляторами	Причины возгораний и взрывов аккумуляторных батарей. Правила хранения и транспортировки аккумуляторных батарей. Средства защиты при эксплуатации аккумуляторных батарей. Правила утилизации аккумуляторных батарей.	2	–	–	Расчёт и проектирование энергосистемы беспилотного аппарата.	6
8	Современные тенденции и перспективные технологии аккумуляторов беспилотной техники	Твердотельные аккумуляторы. Суперконденсаторы. Гибридные системы питания. Водородные топливные элементы для беспилотной техники.	2	–	–	–	–
Всего аудиторных часов			18	–	–	–	18

Таблица 5.2 – Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов (заочная форма обучения)

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак. ч.	Темы лабораторных занятий	Трудоемкость в ак. ч.
1	Введение в энергосистемы беспилотной техники	Роль аккумуляторов в беспилотных системах. Основные требования к источникам питания беспилотных аппаратов. Критерии выбора аккумуляторов для разных типов беспилотной техники	2	–	–	Экспериментальное определение характеристик аккумуляторов.	4
2	Типы аккумуляторов и их характеристики	Теоретические основы работы аккумуляторов. Классификация аккумуляторов. Характеристики аккумуляторов: ёмкость, плотность энергии, саморазряд, температурный режим.	2	–	–	–	–

Продолжение таблицы 5.1

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак. ч.	Темы лабораторных занятий	Трудоемкость в ак. ч.
3	Параметры и эксплуатация аккумуляторов	Основные характеристики аккумуляторов: напряжение, ёмкость, С-рейтинг, внутреннее сопротивление. Влияние разрядных и зарядных токов на срок службы аккумуляторов. Эффект памяти и методы его предотвращения. Деградация аккумуляторов и методы диагностики состояния аккумуляторов.	2	-	-	-	- —
Всего аудиторных часов			6	-	-	-	4

6 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

6.1 Критерии оценивания

В соответствии с Положением о кредитно-модульной системе организации образовательного процесса ФГБОУ ВО «ДонГТУ» при оценивании сформированности компетенций по дисциплине используется 100-балльная шкала (https://www.dstu.education/images/structure/license_certificate/polog_kred_modul.pdf).

Перечень компетенций по дисциплине и способы оценивания знаний приведены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Перечень компетенций по дисциплине и способы оценивания знаний

Код и наименование компетенции	Способ оценивания	Оценочное средство
ОПК-3	Зачёт	Комплект контролирующих материалов для зачёта
ПК-2	Зачёт	Комплект контролирующих материалов для зачёта

Всего по текущей работе в семестре студент может набрать 100 баллов, в том числе:

– тестовый контроль или устный опрос на коллоквиумах (2 коллоквиума) – всего 60 баллов;

– лабораторные работы – всего 40 баллов;

Зачёт проставляется автоматически, если студент набрал в течение семестра не менее 60 баллов и отчитался за каждую контрольную точку. Минимальное количество баллов по каждому из видов текущей работы составляет 60 % от максимального.

Зачёт по дисциплине «Аккумуляторы и зарядные устройства для беспилотных аппаратов» проводится по результатам работы в семестре. В случае, если полученная в семестре сумма баллов не устраивает студента, во время сессии студент имеет право повысить итоговую оценку либо в форме устного собеседования по приведенным ниже вопросам (п. 6.4), либо в результате тестирования.

Шкала оценивания знаний при проведении промежуточной аттестации

приведена в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Шкала оценивания знаний

Сумма баллов за все виды учебной деятельности	Оценка по национальной шкале зачёт/экзамен
0-59	Не зачтено/неудовлетворительно
60-73	Зачтено/удовлетворительно
74-89	Зачтено/хорошо
90-100	Зачтено/отлично

6.2 Домашние задания

Для студентов очной формы обучения домашние задания не предусмотрены. Студенты заочной формы обучения выполняют контрольную работу по имеющимся методическим указаниям.

6.3 Темы рефератов

Написание рефератов при изучении дисциплины не предусмотрено.

6.4 Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости

Тема 1 Введение в энергосистемы беспилотной техники

- 1) Какие основные компоненты входят в энергосистему беспилотного аппарата и как они взаимодействуют между собой?
- 2) Каковы ключевые требования к источникам питания беспилотной техники с точки зрения энергоэффективности, веса и надёжности?
- 3) Как тип беспилотного аппарата влияет на выбор аккумулятора и конструкции энергосистемы?
- 4) Какие существуют альтернативные источники энергии для беспилотной техники и в каких случаях они применяются?
- 5) Какие основные параметры определяют работоспособность аккумулятора в беспилотной системе?
- 6) Как рассчитывается продолжительность полёта БПЛА в зависимости от ёмкости аккумулятора и энергопотребления бортовых систем?
- 7) Какие современные тенденции в развитии энергосистем беспилотных аппаратов могут существенно увеличить их автономность в ближайшие годы?

Тема 2 Типы аккумуляторов и их характеристики

- 1) Какие основные типы аккумуляторов применяются в беспилотных

аппаратах и чем они отличаются друг от друга?

2) Каковы ключевые преимущества и недостатки литий-полимерных аккумуляторов в сравнении с другими типами?

3) Какие параметры влияют на выбор аккумулятора для беспилотного аппарата?

4) Почему литий-железо-фосфатные аккумуляторы считаются более безопасными, но менее популярными в мультикоптерах?

5) Как температурные условия эксплуатации влияют на производительность и срок службы аккумуляторов беспилотной техники?

6) Какие методы балансировки ячеек и защиты от переразряда/перезаряда применяются в современных аккумуляторных системах?

7) Какие перспективные технологии аккумуляторов могут заменить LiPo в беспилотной технике в будущем?

Тема 3 Параметры и эксплуатация аккумуляторов

1) Какие основные электрические параметры аккумуляторов наиболее критичны для работы беспилотной техники и почему?

2) Как правильно интерпретировать разрядные кривые аккумуляторов и какие выводы можно сделать о состоянии батареи на их основе?

3) Какие факторы наиболее существенно влияют на срок службы аккумуляторов беспилотной техники?

4) Как организовать оптимальный режим эксплуатации аккумуляторов для продления их ресурса в условиях интенсивного использования беспилотной техники?

5) Какие методы диагностики и тестирования аккумуляторов наиболее эффективны для поддержания их работоспособности?

6) Как правильно хранить аккумуляторы для беспилотной техники в межсезонье или при длительных перерывах в эксплуатации?

7) Какие современные системы мониторинга состояния аккумуляторов в реальном времени наиболее эффективны для беспилотной техники?

Тема 4 Системы управления аккумуляторными батареями беспилотной техники

1) Каковы основные функции и задачи системы управления батареями (BMS) в беспилотных аппаратах?

2) Как архитектура BMS зависит от типа и конфигурации аккумуляторной батареи в БПЛА?

3) Какие алгоритмы балансировки ячеек наиболее эффективны в BMS

для различных типов аккумуляторов?

4) Как системы BMS обеспечивают защиту аккумуляторов от переразряда, перезаряда и перегрева?

5) Какие методы прогнозирования остаточного ресурса батареи и оценки уровня заряда используются в современных BMS?

6) Как осуществляется интеграция BMS с другими бортовыми системами беспилотного аппарата?

7) Какие перспективные технологии и тенденции развития BMS для беспилотной техники существуют сегодня?

Тема 5 Зарядные устройства для аккумуляторных батарей беспилотной техники

1) Какие основные типы зарядных устройств используются для аккумуляторов беспилотной техники и в чем их ключевые различия?

2) Как правильно подобрать зарядное устройство в зависимости от типа и характеристик аккумуляторной батареи?

3) Какие современные алгоритмы заряда применяются в зарядных устройствах для беспилотной техники?

4) Какие дополнительные функции должны иметь профессиональные зарядные устройства для беспилотной техники?

5) Как организовать безопасный процесс заряда аккумуляторов в полевых условиях?

6) Какие существуют решения для автоматической зарядки и замены батарей в беспилотных системах?

7) Какие перспективные технологии беспроводной зарядки разрабатываются для применения в беспилотной технике?

Тема 6 Расчёт и проектирование энергосистемы беспилотного аппарата

1) Какие основные параметры необходимо учитывать при расчёте энергопотребления беспилотного аппарата?

2) Как правильно рассчитать требуемую ёмкость аккумуляторной батареи для обеспечения заданной продолжительности полёта БПЛА?

3) Какие методики используются для оптимизации массы энергосистемы при сохранении необходимых энергетических характеристик?

4) Как выбрать оптимальную конфигурацию соединения элементов батареи для конкретного типа беспилотного аппарата?

5) Какие программные инструменты наиболее эффективны для моде-

лирования энергосистем БПЛА?

б) Как учитывать влияние внешних факторов на производительность энергосистемы при проектировании?

7) Какие инновационные подходы к проектированию гибридных энергосистем применяются в современной беспилотной технике?

Тема 7 Безопасность при работе с аккумуляторами

1) Какие основные риски связаны с эксплуатацией аккумуляторов в беспилотной технике?

2) Какие конструктивные и программные методы защиты реализуются в BMS для предотвращения аварийных ситуаций?

3) Как правильно организовать рабочее место для зарядки/хранения аккумуляторов, чтобы минимизировать риски?

4) Какие средства индивидуальной защиты необходимо использовать при работе с аккумуляторами беспилотной техники?

5) Как следует действовать при перегреве, вздутии или повреждении аккумулятора во время эксплуатации?

6) Какие нормативные требования регулируют безопасность использования аккумуляторов в беспилотной авиации?

7) Как правильно утилизировать отработанные аккумуляторы беспилотной техники в соответствии с экологическими стандартами?

Тема 8 Современные тенденции и перспективные технологии аккумуляторов беспилотной техники

1) Какие перспективные типы аккумуляторов могут заменить аккумуляторы LiPo в беспилотной технике, и, какие преимущества они предлагают?

2) Как технологии быстрой зарядки могут сократить время простоя беспилотников между полетами?

3) Какие инновационные решения в области беспроводной зарядки аккумуляторов беспилотной техники разрабатываются сегодня?

4) Как применение искусственного интеллекта и машинного обучения в BMS может повысить эффективность и безопасность аккумуляторов беспилотной техники?

5) Какие гибридные энергосистемы наиболее перспективны для увеличения автономности беспилотной техники?

6) Как нанотехнологии могут улучшить характеристики аккумуляторов для беспилотников?

7) Какие экологически безопасные альтернативы литиевым аккумуля-

торам разрабатываются для беспилотной техники будущего?

6.5 Вопросы для подготовки к зачёту (тестовым коллоквиумам)

6.5.1 Вопросы для подготовки к коллоквиуму №1

- 1) Какие основные компоненты входят в энергосистему беспилотного аппарата и как они взаимодействуют между собой?
- 2) Каковы ключевые требования к источникам питания беспилотной техники с точки зрения энергоэффективности, веса и надёжности?
- 3) Как тип беспилотного аппарата влияет на выбор аккумулятора и конструкции энергосистемы?
- 4) Какие существуют альтернативные источники энергии для беспилотной техники и в каких случаях они применяются?
- 5) Какие основные параметры определяют работоспособность аккумулятора в беспилотной системе?
- 6) Как рассчитывается продолжительность полёта БПЛА в зависимости от ёмкости аккумулятора и энергопотребления бортовых систем?
- 7) Какие современные тенденции в развитии энергосистем беспилотных аппаратов могут существенно увеличить их автономность в ближайшие годы?
- 8) Какие основные типы аккумуляторов применяются в беспилотных аппаратах и чем они отличаются друг от друга?
- 9) Каковы ключевые преимущества и недостатки литий-полимерных аккумуляторов в сравнении с другими типами?
- 10) Какие параметры влияют на выбор аккумулятора для беспилотного аппарата?
- 11) Почему литий-железо-фосфатные аккумуляторы считаются более безопасными, но менее популярными в мультикоптерах?
- 12) Как температурные условия эксплуатации влияют на производительность и срок службы аккумуляторов беспилотной техники?
- 13) Какие методы балансировки ячеек и защиты от переразряда/перезаряда применяются в современных аккумуляторных системах?
- 14) Какие перспективные технологии аккумуляторов могут заменить LiPo в беспилотной технике в будущем?
- 15) Какие основные электрические параметры аккумуляторов наиболее критичны для работы беспилотной техники и почему?
- 16) Как правильно интерпретировать разрядные кривые аккумуляторов и какие выводы можно сделать о состоянии батареи на их основе?

17) Какие факторы наиболее существенно влияют на срок службы аккумуляторов беспилотной техники?

18) Как организовать оптимальный режим эксплуатации аккумуляторов для продления их ресурса в условиях интенсивного использования беспилотной техники?

19) Какие методы диагностики и тестирования аккумуляторов наиболее эффективны для поддержания их работоспособности?

20) Как правильно хранить аккумуляторы для беспилотной техники в межсезонье или при длительных перерывах в эксплуатации?

21) Какие современные системы мониторинга состояния аккумуляторов в реальном времени наиболее эффективны для беспилотной техники?

22) Каковы основные функции и задачи системы управления батареями (BMS) в беспилотных аппаратах?

23) Как архитектура BMS зависит от типа и конфигурации аккумуляторной батареи в БПЛА?

24) Какие алгоритмы балансировки ячеек наиболее эффективны в BMS для различных типов аккумуляторов?

25) Как системы BMS обеспечивают защиту аккумуляторов от переразряда, перезаряда и перегрева?

26) Какие методы прогнозирования остаточного ресурса батареи и оценки уровня заряда используются в современных BMS?

27) Как осуществляется интеграция BMS с другими бортовыми системами беспилотного аппарата?

28) Какие перспективные технологии и тенденции развития BMS для беспилотной техники существуют сегодня?

6.5.2 Вопросы для подготовки к коллоквиуму №2

1) Какие основные типы зарядных устройств используются для аккумуляторов беспилотной техники и в чем их ключевые различия?

2) Как правильно подобрать зарядное устройство в зависимости от типа и характеристик аккумуляторной батареи?

3) Какие современные алгоритмы заряда применяются в зарядных устройствах для беспилотной техники?

4) Какие дополнительные функции должны иметь профессиональные зарядные устройства для беспилотной техники?

5) Как организовать безопасный процесс заряда аккумуляторов в полевых условиях?

6) Какие существуют решения для автоматической зарядки и замены

батарей в беспилотных системах?

7) Какие перспективные технологии беспроводной зарядки разрабатываются для применения в беспилотной технике?

8) Какие основные параметры необходимо учитывать при расчёте энергопотребления беспилотного аппарата?

9) Как правильно рассчитать требуемую ёмкость аккумуляторной батареи для обеспечения заданной продолжительности полёта БПЛА?

10) Какие методики используются для оптимизации массы энергосистемы при сохранении необходимых энергетических характеристик?

11) Как выбрать оптимальную конфигурацию соединения элементов батареи для конкретного типа беспилотного аппарата?

12) Какие программные инструменты наиболее эффективны для моделирования энергосистем БПЛА?

13) Как учитывать влияние внешних факторов на производительность энергосистемы при проектировании?

14) Какие инновационные подходы к проектированию гибридных энергосистем применяются в современной беспилотной технике?

15) Какие основные риски связаны с эксплуатацией аккумуляторов в беспилотной технике?

16) Какие конструктивные и программные методы защиты реализуются в BMS для предотвращения аварийных ситуаций?

17) Как правильно организовать рабочее место для зарядки/хранения аккумуляторов, чтобы минимизировать риски?

18) Какие средства индивидуальной защиты необходимо использовать при работе с аккумуляторами беспилотной техники?

19) Как следует действовать при перегреве, вздутии или повреждении аккумулятора во время эксплуатации?

20) Какие нормативные требования регулируют безопасность использования аккумуляторов в беспилотной авиации?

21) Как правильно утилизировать отработанные аккумуляторы беспилотной техники в соответствии с экологическими стандартами?

22) Какие перспективные типы аккумуляторов могут заменить LiPo в беспилотной технике и какие преимущества они предлагают?

23) Как технологии быстрой зарядки могут сократить время простоя беспилотников между полетами?

24) Какие инновационные решения в области беспроводной зарядки аккумуляторов беспилотной техники разрабатываются сегодня?

25) Как применение искусственного интеллекта и машинного обучения

в BMS может повысить эффективность и безопасность аккумуляторов беспилотной техники?

26) Какие гибридные энергосистемы наиболее перспективны для увеличения автономности беспилотной техники?

27) Как нанотехнологии могут улучшить характеристики аккумуляторов для беспилотников?

28) Какие экологически безопасные альтернативы литиевым аккумуляторам разрабатываются для беспилотной техники будущего?

Вопросы для подготовки к коллоквиумам охватывают все темы дисциплины, поэтому они же являются и вопросами для подготовки к зачёту.

6.6 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовой проект по дисциплине не предусмотрен.

7 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1 Рекомендуемая литература

Основная литература

1. Моисеев, В. С. Силовые установки перспективных беспилотных вертолетов (Серия «Современная беспилотная вертолетная техника»). [Текст] / В. С. Моисеев. – Казань : Редакционно-издательский центр «Школа», 2020. – 284 с. Режим доступа: https://моисеев-бпла.рф/images/files/0__6_2.pdf?ysclid=m8vvsj2ywu5790775024 (дата обращения: 20.08.2024)

2. Ковалёв, М. А. Беспилотные летательные аппараты вертикального взлета: сборка, настройка и программирование: учебное пособие / М.А. Ковалёв, Д.Н. Овакимян. – Самара: Издательство Самарского университета, 2023. – 96 с. Режим доступа: https://repo.ssau.ru/bitstream/Uchebnye-izdaniya/Bespilotnye-letatelnye-apparaty-vertikalnogo-vzleta-sborka-nastroika-i-programmirovaniye-107946/1/978-5-7883-2025-0_2023.pdf?ysclid=m8vsnmg0od248283526 (дата обращения: 20.08.2024)

3. Жуков Д.Р., Михайлов В.А. Исследование устройств для зарядки БПЛА и способов ее реализации // Вестник науки №7 (76) том 2. С. 428 - 435. 2024 г. ISSN 2712-8849 // Электронный ресурс: Режим доступа: <https://www.вестник-науки.рф/article/16805> (дата обращения: 20.08.2024).

4. Крюков, А. Н. Аккумуляторы / А. Н. Крюков. — Рязань : РГРТУ, 2023. — 48 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс : — URL: <https://dblib.rsreu.ru/data/ofernio/439.pdf> (дата обращения: 20.08.2024).

Дополнительная литература

1. Хрусталёв, Д. А. Аккумуляторы [Текст] / Д. А. Хрусталёв. – М. : Изумруд, 2003. – 224 с. – [Электронный ресурс] . Режим доступа: [https://dl.libcats.org/genesis/42000/ddf0395001e3498463e6020e3c5d28d0/_as/\[Hr ustalev_D.A.\]_Akkumulyatorue\(libcats.org\).pdf](https://dl.libcats.org/genesis/42000/ddf0395001e3498463e6020e3c5d28d0/_as/[Hr ustalev_D.A.]_Akkumulyatorue(libcats.org).pdf) (дата обращения: 20.08.2024).

2. Промышленное применение аккумуляторных батарей. От автомобилей до авиакосмической промышленности и накопителей энергии [Текст] : [сборник] / под ред. М. Бруссели, Д. Пистойя; пер. с англ. Н. Г. Максимовой; под ред. И. В. Кокоревой. - М. : Техносфера, 2011. - 782 с. Режим доступа: <https://lib.dm-centre.ru/lib/document/gpntb/ESVODT/e5499ad2954e86b312886fabd933873e/> (дата обращения: 20.08.2024).

3. Диагностика и техническое обслуживание аккумуляторных батарей. Методические указания по практическим работам / КГТУ им. И.Раззакова; сост. О.Б.Бекетаев. – Б.: ИЦ «Текник», 2011 г. – 18 с. Режим доступа: <https://arch.kyrlibnet.kg/uploads/KSTUBEKETAEV1.pdf> (дата обращения: 20.08.2024).

7.2 Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы

1. Научная библиотека ДонГТУ : официальный сайт. — Алчевск. — URL: library.dstu.education. — Текст : электронный.
2. Научно-техническая библиотека БГТУ им. Шухова : официальный сайт. — Белгород. — URL: <http://ntb.bstu.ru/jirbis2/>. — Текст : электронный.
3. Консультант студента : электронно-библиотечная система. — Москва. — URL: <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>. — Текст : электронный.
4. Университетская библиотека онлайн : электронно-библиотечная система. — URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red. — Текст : электронный.
5. IPR BOOKS : электронно-библиотечная система. — Красногорск. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/>. — Текст : электронный.
6. Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор) : официальный сайт. — Москва. — <https://www.gosnadzor.ru/>. — Текст : электронный.

8 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническая база обеспечивает проведение всех видов деятельности в процессе обучения, соответствует требованиям ФГОС ВО.

Материально-техническое обеспечение представлено в таблице 7.

Таблица 7 – Материально-техническое обеспечение

Наименование оборудованных учебных кабинетов	Адрес (местоположение) учебных кабинетов
<p>Специальные помещения:</p> <p><i>Мультимедийная аудитория. (30 посадочных мест), оборудованная специализированной (учебной) мебелью, рабочее место преподавателя (ПК: монитор + системный блок) – 1 шт., доска аудиторная– 1 шт.), проектор EPSON EB-X7 – 1 шт, широкоформатный экран.</i></p> <p>Аудитории для проведения практических занятий, для самостоятельной работы:</p> <p><i>Компьютерный класс (25 посадочных мест), оборудованный учебной мебелью, компьютерами с неограниченным доступом к сети Интернет, включая доступ к ЭБС:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Компьютер Intel Celeron 2,8 GHz; - Компьютер HEDY; - Компьютер 80386DX; - Компьютер Intel Celeron 600 MHz; - Компьютер Intel Celeron 2.66 Ghz; - Компьютер Intel Celeron 1,3 Ghz. - Компьютер AthlonXP 1.92 Ghz; - Компьютер AMD Duron 1.79 Hhz; - Компьютер AMD Athlon 3200 Mhz; - Компьютер Intel Celeron 420 1.66 Ghz; - Компьютер Intel Celeron 420 1.66 Ghz; - Компьютер Intel Celeron 420 1.66 Ghz; - Компьютер AMD Athlon 64 x2 Dual Core Proceggor 400+. <p>Доска аудиторная– 1 шт.</p>	<p>ауд. <u>129</u> корп. <u>пер- вый</u></p> <p>ауд. <u>229</u> корп. <u>пер- вый</u></p>

Лист изменений и дополнений

Номер изменения, дата внесения изменения, номер страницы для внесения изменений	
ДО ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ:	ПОСЛЕ ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ:
Основание:	
Подпись лица, ответственного за внесение изменений	