

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования
"САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ"

Кафедра № 32

УТВЕРЖДАЮ

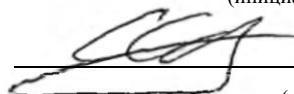
Руководитель образовательной программы

К.Т.Н., доц.

(должность, уч. степень, звание)

С.В. Солёный

(инициалы, фамилия)



(подпись)

«18» февраля 2026 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Проектирование бортовой кабельной сети»

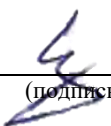
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	13.05.02
Наименование направления подготовки/ специальности	Специальные электромеханические системы
Наименование направленности/ специализации	Электромеханические системы специальных устройств и изделий
Форма обучения	очная
Год приема	2026

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

доц., к.т.н., доц.
(должность, уч. степень, звание)

 18.02.2026
(подпись, дата)

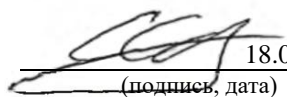
В.П. Кузьменко
(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 32

«18» февраля 2026 г, протокол № 8

Заведующий кафедрой № 32

к.т.н., доц.
(уч. степень, звание)

 18.02.2026
(подпись, дата)

С.В. Солёный
(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №3 по методической работе

доц., к.т.н.
(должность, уч. степень, звание)

 18.02.2026
(подпись, дата)

Н.В. Решетникова
(инициалы, фамилия)

Аннотация

Дисциплина «Проектирование бортовой кабельной сети» входит в образовательную программу высшего образования – программу специалитета по направлению подготовки/ специальности 13.05.02 «Специальные электромеханические системы» направленности/специализации «Электромеханические системы специальных устройств и изделий». Дисциплина реализуется кафедрой «№32».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-1 «Способность принимать участие в проектировании электротехнических и электроэнергетических устройств, специальных электромеханических систем в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с проектированием систем электроснабжения гражданских летательных аппаратов малой и средней авиации, принципов работы силовых установок, электротехнических и электроэнергетических устройств летательных аппаратов и их специальных электромеханических систем.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, лабораторные работы, самостоятельная работа обучающегося.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме экзамена (9 семестр).

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

Язык обучения по дисциплине «русский»

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины

Целью преподавания дисциплины является развитие у обучающихся способностей принимать участие в проектировании систем электроснабжения гражданских летательных аппаратов малой и средней авиации, знаний принципов работы силовых установок, электротехнических и электроэнергетических устройств летательных аппаратов и их специальных электромеханических систем.

1.2. Дисциплина входит в состав части, формируемой участниками образовательных отношений, образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

1.3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП ВО.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями или их частями. Компетенции и индикаторы их достижения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

Категория (группа) компетенции	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Профессиональные компетенции	ПК-1 Способность принимать участие в проектировании электротехнических и электроэнергетических устройств, специальных электромеханических систем в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования	ПК-1.3.1 знает методику проведения расчетов схем и параметров элементов оборудования; расчетов режимов работы объектов профессиональной деятельности ПК-1.У.1 умеет собирать и анализировать данные для проектирования, составления конкурентноспособных вариантов технических решений ПК-1.У.2 умеет применять современные программные комплексы и системы автоматизированного проектирования с учетом требований промышленной, пожарной и взрывобезопасности, охраны труда ПК-1.В.1 владеет навыками подготовки предпроектной документации на основе типовых технических решений

2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина может базироваться на знаниях, ранее приобретенных обучающимися при изучении следующих дисциплин:

- «Электротехника»;
- «Электрические машины и аппараты»;
- «Электроснабжение объектов отрасли»;
- «Специальные электромеханические системы».

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и используются при изучении других дисциплин:

- «Техническое обслуживание и ремонт специальных электромеханических систем»;
- «Производственная практика научно-исследовательская работа»;
- «Производственная преддипломная практика».

3. Объем и трудоемкость дисциплины

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам
		№9
1	2	3
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)	3/ 108	3/ 108
Из них часов практической подготовки	17	17
Аудиторные занятия, всего час.	34	34
в том числе:		
лекции (Л), (час)	17	17
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)		
лабораторные работы (ЛР), (час)	17	17
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)	36	36
Самостоятельная работа, всего (час)	38	38
Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.)	Экз.	Экз.

4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий.

Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 9					
Раздел 1. Классификация летательных аппаратов и источников электрической энергии на воздушных судах					
Тема 1.1. Типы летательных аппаратов и их классификация.	4		4		5
Тема 1.2. Источники электроэнергии на различных типах летательных аппаратов					
Тема 1.3. Вспомогательные и резервные источники электроэнергии					

Раздел 2. Авиационные генераторы Тема 2.1 Принцип работы генераторов переменного тока. Тема 2.2 Основные характеристики генераторов переменного тока. Управление генератором переменного тока. Тема 2.3 Авиационные генераторы постоянного тока Тема 2.4 Типы генераторов постоянного тока Тема 2.5 Управление генераторами постоянного тока	3		4		5
Раздел 3. Авиационные аккумуляторы Тема 3.1 Состав и устройство типовых аккумуляторных батарей Тема 3.2 Основные характеристики аккумуляторных батарей Тема 3.3 Общая классификация и типы авиационных аккумуляторов Тема 3.4 Способы соединения аккумуляторов Тема 3.5 Способы заряда авиационных аккумуляторов	4		5		10
Раздел 4. Другие основные элементы электрической системы однодвигательного самолета Тема 4.1 Авиационные инверторы Тема 4.2 Способы защиты электрических систем Тема 4.3 Внешняя силовая цепь. Электрическая схема авиационного стартера Тема 4.4 Цепь управления шасси Тема 4.5 Системы освещения самолетов	4		2		10
Раздел 5. Параллельное подключение генераторов постоянного тока летательного аппарата Тема 5.1 Распределение мощности на многомоторном летательном аппарате. Электрическая система с раздельными шинами Тема 5.2 Типы проводов и кабельных линий для самолетов	2		2		8
Итого в семестре:	17		17		38
Итого	17		17		38

Практическая подготовка заключается в непосредственном выполнении обучающимися определенных трудовых функций, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий.

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

Номер	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
-------	---

раздела	
1	<p>Раздел 1. Классификация летательных аппаратов и источников электрической энергии на воздушных судах. Рассматриваются основные типы летательных аппаратов, особенности их классификации и требования к электроснабжению бортового оборудования. Изучаются основные, вспомогательные и резервные источники электрической энергии на воздушных судах, их назначение, условия применения и роль в обеспечении надежности функционирования авиационной электрической системы. Лекционный материал сопровождается демонстрацией слайдов с классификацией летательных аппаратов и структурными схемами бортовых систем электроснабжения.</p> <p>Тема 1.1. Типы летательных аппаратов и их классификация. Демонстрация слайдов. Рассматриваются основные группы летательных аппаратов: самолеты, вертолеты, беспилотные летательные аппараты, планеры и другие типы воздушных судов. Изучаются признаки классификации летательных аппаратов по назначению, конструкции, числу двигателей, способу создания подъемной силы, типу силовой установки и условиям эксплуатации. В ходе лекции проводится управляемая беседа о том, как тип летательного аппарата влияет на состав и структуру его электрической системы.</p> <p>Тема 1.2. Источники электроэнергии на различных типах летательных аппаратов. Демонстрация слайдов. Рассматриваются основные источники электрической энергии на воздушных судах: генераторы переменного и постоянного тока, аккумуляторные батареи, преобразователи, внешние источники питания. Изучается зависимость состава источников электроэнергии от типа летательного аппарата, мощности потребителей, режима полета и требований к надежности электроснабжения.</p> <p>Тема 1.3. Вспомогательные и резервные источники электроэнергии. Лекция-беседа. Рассматриваются назначение вспомогательных и резервных источников питания, применяемых при запуске двигателя, отказе основного генератора, аварийных режимах и обслуживании воздушного судна на земле. Изучаются аккумуляторные батареи, вспомогательные силовые установки, аварийные генераторы и внешнее аэродромное питание. В рамках проблемного обсуждения рассматривается ситуация отказа основного источника электроэнергии в полете.</p>
2	<p>Раздел 2. Авиационные генераторы</p> <p>Тема 2.1. Принцип работы генераторов переменного тока. Демонстрация слайдов. Рассматриваются физические основы получения переменного электрического тока, принцип электромагнитной индукции, назначение ротора и статора, особенности работы авиационного генератора переменного тока в составе бортовой системы электроснабжения. Поясняется связь между частотой вращения, частотой генерируемого напряжения и режимом работы двигателя.</p>

	<p>Тема 2.2. Основные характеристики генераторов переменного тока. Управление генератором переменного тока. Демонстрация слайдов. Изучаются номинальное напряжение, частота, мощность, ток нагрузки, коэффициент мощности, перегрузочная способность и режимы работы генераторов переменного тока. Рассматриваются принципы регулирования напряжения, возбуждения генератора, подключения к бортовой сети и отключения при неисправности. В ходе лекции проводится разбор типовой ситуации: изменение нагрузки бортовой сети и реакция системы регулирования генератора.</p> <p>Тема 2.3. Авиационные генераторы постоянного тока. Демонстрация слайдов. Рассматриваются назначение и принцип действия генераторов постоянного тока, особенности их применения на летательных аппаратах, конструктивные элементы, коллекторно-щеточный узел, обмотки возбуждения и якоря. Изучаются преимущества и ограничения генераторов постоянного тока по сравнению с генераторами переменного тока.</p> <p>Тема 2.4. Типы генераторов постоянного тока. Демонстрация слайдов. Рассматриваются генераторы постоянного тока с независимым, параллельным, последовательным и смешанным возбуждением. Изучаются особенности их внешних характеристик, устойчивость напряжения при изменении нагрузки, область применения и требования к регулированию. На лекции используется сопоставительная схема типов генераторов.</p> <p>Тема 2.5. Управление генераторами постоянного тока. Лекция-беседа. Рассматриваются способы включения, отключения и регулирования генераторов постоянного тока в авиационной электрической системе. Изучаются регуляторы напряжения, реле обратного тока, устройства защиты от перегрузок и коротких замыканий, а также особенности параллельной работы генераторов постоянного тока. Проводится управляемая беседа по вопросу надежности электроснабжения при отказе одного генератора.</p>
3	<p>Раздел 3.</p> <p>Тема 3.1. Состав и устройство типовых аккумуляторных батарей. Демонстрация слайдов. Рассматриваются основные элементы аккумуляторной батареи: аккумуляторные элементы, электроды, электролит, сепараторы, корпус, выводы и соединительные перемычки. Изучается принцип преобразования химической энергии в электрическую и особенности конструкции авиационных аккумуляторов с учетом требований к массе, надежности и безопасности.</p> <p>Тема 3.2. Основные характеристики аккумуляторных батарей. Демонстрация слайдов. Изучаются емкость, напряжение, внутреннее сопротивление, ток заряда и разряда, степень заряженности, саморазряд, ресурс, температурный диапазон работы и допустимые режимы эксплуатации аккумуляторов. Рассматривается влияние температуры, режима нагрузки и глубины разряда на работоспособность</p>

	<p>аккумуляторной батареи.</p> <p>Тема 3.3. Общая классификация и типы авиационных аккумуляторов. Демонстрация слайдов. Рассматриваются основные типы аккумуляторов, применяемых в авиации: свинцово-кислотные, никель-кадмиевые, литий-ионные и другие типы. Изучаются их преимущества, ограничения, эксплуатационные особенности, требования к обслуживанию и условия применения на различных типах летательных аппаратов.</p> <p>Тема 3.4. Способы соединения аккумуляторов. Демонстрация слайдов. Рассматриваются последовательное, параллельное и смешанное соединение аккумуляторных элементов и батарей. Изучается влияние способа соединения на общее напряжение, емкость, токовую нагрузку и надежность аккумуляторной системы. На лекции разбираются простые расчетные примеры определения напряжения и емкости батареи при различных схемах соединения.</p> <p>Тема 3.5. Способы заряда авиационных аккумуляторов. Лекция-дискуссия. Изучаются основные способы заряда аккумуляторов: заряд постоянным током, постоянным напряжением, комбинированный заряд и поддерживающий заряд. Рассматриваются требования к контролю температуры, напряжения и тока заряда, опасность перезаряда и глубокого разряда, а также правила безопасной эксплуатации аккумуляторных батарей. В рамках проблемной беседы рассматривается ситуация неправильного режима заряда аккумулятора.</p>
4	<p>Раздел 4. Рассматриваются элементы электрической системы однодвигательного самолета, обеспечивающие преобразование, защиту, распределение и использование электрической энергии. Изучаются авиационные инверторы, средства защиты электрических цепей, внешняя силовая цепь, схема стартера, цепь управления шасси и системы освещения самолета. Лекционный материал сопровождается демонстрацией функциональных и принципиальных электрических схем.</p> <p>Тема 4.1. Авиационные инверторы. Демонстрация слайдов. Рассматриваются назначение авиационных инверторов, преобразование постоянного тока в переменный, основные параметры выходного напряжения, частоты и мощности.</p> <p>Тема 4.2. Способы защиты электрических систем. Демонстрация слайдов. Изучаются основные способы защиты авиационных электрических систем от коротких замыканий, перегрузок, перенапряжений, обратного тока и отказов оборудования. Рассматриваются плавкие предохранители, автоматические выключатели, реле, защитные автоматы и устройства контроля состояния цепей.</p> <p>Тема 4.3. Внешняя силовая цепь. Демонстрация слайдов. Электрическая схема авиационного стартера. Рассматриваются назначение внешней силовой цепи, подключение внешнего источника питания, особенности питания бортовой сети при наземном обслуживании и запуске двигателя.</p>

	<p>Тема 4.4. Цепь управления шасси. Демонстрация слайдов. Рассматривается назначение электрической цепи управления выпуском и уборкой шасси, основные элементы цепи, датчики положения, концевые выключатели, исполнительные устройства и сигнализация положения шасси.</p> <p>Тема 4.5. Системы освещения самолетов. Демонстрация слайдов. Рассматриваются внутренние и внешние системы освещения самолета: посадочные, рулежные, навигационные, проблесковые, кабиночные и приборные огни. Изучаются назначение различных типов светотехнических устройств, требования к их питанию, управлению и резервированию. Лекция сопровождается демонстрацией слайдов с примерами размещения светотехнического оборудования на самолете.</p>
5	<p>Раздел 5. Параллельное подключение генераторов постоянного тока летательного аппарата. Раздел посвящен изучению особенностей распределения мощности между источниками электрической энергии на многомоторных летательных аппаратах, параллельной работы генераторов постоянного тока, построения электрических систем с раздельными шинами, а также выбора проводов и кабельных линий для авиационных электрических сетей. Рассматриваются вопросы надежности, резервирования и безопасности распределения электроэнергии.</p> <p>Тема 5.1. Распределение мощности на многомоторном летательном аппарате. Проблемная лекция. Электрическая система с раздельными шинами. Рассматриваются принципы распределения электрической мощности между несколькими генераторами, условия параллельной работы генераторов постоянного тока, назначение раздельных шин, секционирование бортовой сети и резервирование питания ответственных потребителей. На лекции проводится управляемая беседа о том, как распределение мощности влияет на надежность электроснабжения при отказе одного источника.</p> <p>Тема 5.2. Типы проводов и кабельных линий для самолетов. Демонстрация слайдов. Изучаются основные типы авиационных проводов и кабелей, требования к их сечению, изоляции, массе, термостойкости, механической прочности и пожарной безопасности. Рассматриваются принципы выбора проводов по допустимому току, падению напряжения, условиям прокладки и назначению цепи. В качестве интерактивного элемента проводится разбор практической ситуации выбора кабельной линии для питания бортового потребителя.</p>

4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Учебным планом не предусмотрено					
Всего					

4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 9				
1	Расчет параметров батареи в бортовой кабельной сети	3	3	1,2
2	Разработка блок-схемы электрической системы для многомоторного самолета	5	5	4,5
3	Расчет и анализ характеристик зависимого инвертора	5	5	4
4	Разработка схемы зарядного устройства для авиационных аккумуляторов	4	4	2,3,4
Всего		17	17	

4.5. Выполнение курсового проекта/ курсовой работы

Учебным планом не предусмотрено

4.6. Самостоятельная работа обучающихся

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 9, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	34	34
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	2	2
Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	2	2
Всего:	38	38

5. Перечень учебно-методического обеспечения

для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. разделов 6-11.

6. Перечень печатных и электронных учебных изданий

Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.

Таблица 8– Перечень печатных и электронных учебных изданий

Шифр/ URL адрес	Библиографическая ссылка	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
П79	Проектирование бортовой кабельной сети: учеб. пособие / [В. П. Кузьменко и др.]. – СПб.: ГУАП, 2025. – 136 с. ISBN 978-5-8088-2030-2	5
URL: https://repo.ssau.ru/bitstream/Uchebnye-izdaniya/Sistemy-elektrosnabzheniya-samoletov-104081/1/978-5-7883-1908-7_2023.pdf	Мрыкин, С. В. Системы электроснабжения самолётов: учебное пособие / С.В. Мрыкин. – Самара: Издательство Самарского универ- ситета, 2023. – 64 с. : ил.	

7. Перечень электронных образовательных ресурсов

информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

URL адрес	Наименование
https://pro.guap.ru/	Методические рекомендации для самостоятельной подготовки, учебно-методические материалы по темам, мультимедийные презентации по темам, извлечения из нормативно-правовых актов по дисциплине размещены внутри ЭИОС ГУАП «Интегрированная среда обучения»

8. Перечень информационных технологий

8.1. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10– Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
1	Электронная информационно-образовательная среда ГУАП «Интегрированная среда обучения» (https://pro.guap.ru/) разработана сотрудниками ГУАП (введена в эксплуатацию приказом ГУАП от 06.06.2017 № 05-215/17), перечень модулей и

	их функциональное назначение изложены по ссылке https://guap.ru/it/system/iso
2	Официальный сайт образовательной организации в сети «Интернет» (https://guap.ru/), разработан сотрудниками ГУАП (введен в эксплуатацию Приказом ГУАП от 23.03.2023 № 05-145/23)
3	Microsoft Office 2019 (договор ГУАП, информация о лицензии представлена по ссылке https://guap.ru/it/system/iso/po)

8.2. Перечень информационно-справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11– Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
1	Электронный каталог библиотеки ГУАП с доступом к базе полнотекстовых изданий (https://lib.guap.ru/), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП
2	Научная электронная библиотека «eLIBRARY» (https://elibrary.ru/), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП, а также по IP -адресам ГУАП
3	ЭБС «Лань» (https://e.lanbook.com/), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП, а также по IP -адресам ГУАП
4	ЭБС Znanium (https://znanium.ru/), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП, а также по IP -адресам ГУАП

9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Мультимедийная лекционная аудитория: Специализированная мебель; технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории; набор демонстрационного оборудования (Интерактивный мультисенсорный дисплей на перекадной стойке FocusTouch Диагональ 70" – 1 шт., ПЭВМ – 1 шт.); Обеспечен доступ в электронную информационно-образовательную среду ГУАП по локальной вычислительной сети или точке доступа WiFi.	21-21 (ул. Большая Морская, д.67, лит. А)

10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведен в таблице 13.

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Перечень оценочных средств
Экзамен	Список вопросов к экзамену; Тесты.

10.2. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) компетенций обучающимися применяется 5-балльная шкала оценки сформированности компетенций, которая приведена в таблице 14. В течение семестра может использоваться 100-балльная шкала модульно-рейтинговой системы Университета, правила использования которой, установлены соответствующим локальным нормативным актом ГУАП.

Таблица 14 –Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции 5-балльная шкала	Характеристика сформированных компетенций
«отлично» «зачтено»	Обучающийся: – глубоко и всесторонне усвоил программный материал; – уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; – опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно связывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; – делает выводы и обобщения; – свободно владеет системой специализированных понятий. – правильно выполнил от 90% до 100% тестовых заданий**.
«хорошо» «зачтено»	Обучающийся: – твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы; – не допускает существенных неточностей; – увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления; – аргументирует научные положения; – делает выводы и обобщения; – владеет системой специализированных понятий. – правильно выполнил от 70% до 89% тестовых заданий**.
«удовлетворительно» «зачтено»	– обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы; – допускает несущественные ошибки и неточности; – испытывает затруднения в практическом применении знаний направления; – слабо аргументирует научные положения; – затрудняется в формулировании выводов и обобщений; – частично владеет системой специализированных понятий. – правильно выполнил от 51% до 69% тестовых заданий**.
«неудовлетворительно» «не зачтено»	– обучающийся не усвоил значительной части программного материала; – допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении; – испытывает трудности в практическом применении знаний; – не может аргументировать научные положения; – не формулирует выводов и обобщений. – правильно выполнил менее 60% тестовых заданий**.

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов для экзамена	Код индикатора
1	Приведите основные расчетные соотношения для генератора переменного тока: действующее значение напряжения и тока,	ПК-1.3.1

	полная, активная и реактивная мощность, коэффициент мощности, частота и коэффициент полезного действия. Поясните физический смысл каждого параметра применительно к авиационной системе электроснабжения.	
2	Приведите основные расчетные соотношения для генератора постоянного тока: электродвижущая сила, напряжение на зажимах, ток якоря, ток возбуждения, мощность, потери и КПД. Поясните влияние сопротивления цепи якоря и тока возбуждения на выходное напряжение генератора.	
3	Опишите методику расчета суммарной электрической нагрузки бортовой сети летательного аппарата с учетом групп потребителей, коэффициентов одновременности, режимов работы и требуемого резерва мощности источников электроэнергии.	
4	Раскройте методику расчета параметров аккумуляторной батареи летательного аппарата: напряжения, емкости, тока разряда, внутреннего сопротивления, запасаемой энергии и времени автономного питания потребителей.	
5	Приведите расчетные соотношения для последовательного, параллельного и смешанного соединения аккумуляторных элементов. Объясните, как способ соединения влияет на общее напряжение, емкость, допустимый ток и внутреннее сопротивление батареи.	
6	Опишите методику выбора сечения авиационного провода или кабеля по допустимому току, падению напряжения, длине линии, условиям охлаждения и требованиям пожарной безопасности.	
7	Приведите основные расчетные соотношения для авиационных преобразователей электрической энергии: выпрямителей, инверторов и преобразователей частоты. Укажите параметры входной и выходной мощности, КПД, коэффициент пульсаций и допустимые потери.	
8	Опишите методику расчета пусковой цепи авиационного стартера: пускового тока, мощности, падения напряжения на линии, времени включения и требований к источнику питания при запуске двигателя.	
9	Раскройте порядок построения и анализа внешней и регулировочной характеристик генератора. Объясните, как изменение нагрузки и тока возбуждения влияет на напряжение генератора и устойчивость работы бортовой сети.	
10	Опишите расчетные условия параллельной работы генераторов постоянного тока на летательном аппарате: равенство напряжений, распределение токов нагрузки, предотвращение обратного тока и обеспечение устойчивости общей шины.	
11	Опишите, какие исходные данные необходимо собрать для проектирования системы электроснабжения летательного аппарата: тип воздушного судна, состав потребителей, режимы работы, требования к надежности, условия эксплуатации и ограничения по массе.	ПК-1.У.1
12	Сравните основные источники электрической энергии на летательных аппаратах: генераторы переменного тока, генераторы постоянного тока, аккумуляторные батареи, вспомогательные и внешние источники питания. Укажите их преимущества, ограничения и типовые области применения.	

13	Проанализируйте роль основных, вспомогательных и резервных источников питания в обеспечении надежности электроснабжения самолета. Обоснуйте необходимость резервирования при отказе основного генератора или повреждении линии питания.	
14	Сравните способы возбуждения авиационных генераторов: независимое возбуждение, самовозбуждение и возбуждение от отдельного возбудителя. Оцените влияние способа возбуждения на стабильность напряжения, надежность и эксплуатационные свойства генератора.	
15	Проанализируйте влияние характера нагрузки на работу генератора: активная, индуктивная, емкостная, переменная и импульсная нагрузка. Укажите, какие данные необходимо учитывать при выборе генератора и устройств регулирования.	
16	Сравните централизованную, децентрализованную и раздельную по шинам структуру бортовой системы электроснабжения. Выделите достоинства и ограничения каждого варианта с точки зрения надежности, массы, ремонтпригодности и живучести.	
17	Проанализируйте критерии выбора типа авиационной аккумуляторной батареи для конкретного летательного аппарата: масса, емкость, температурный диапазон, безопасность, ресурс, обслуживание и допустимые режимы заряда.	
18	Сравните варианты защиты электрических цепей летательного аппарата: плавкие предохранители, автоматические выключатели, реле защиты, устройства контроля перенапряжения и короткого замыкания. Обоснуйте выбор защиты для ответственных и неответственных потребителей.	
19	Проанализируйте факторы выбора проводов и кабельных линий для самолетов: допустимый ток, падение напряжения, масса, гибкость, изоляция, температура, вибрация, условия прокладки и требования пожарной безопасности.	
20	Сравните варианты распределения мощности на многомоторном летательном аппарате при раздельных шинах и при объединенной шине. Объясните, как выбранная схема влияет на работу потребителей при отказе одного источника питания.	
21	Опишите, как современные CAD/CAE-системы используются для разработки принципиальных и функциональных схем бортовой системы электроснабжения самолета, включая источники, шины, коммутационные аппараты, защиту и потребители.	ПК-1.У.2
22	Раскройте порядок создания цифровой модели системы электроснабжения летательного аппарата в специализированном программном комплексе: от ввода исходных данных и построения схемы до расчета режимов и анализа результатов.	
23	Объясните, как симуляционные программы применяются для анализа работы авиационного генератора при изменении нагрузки, отказе потребителей, изменении частоты вращения и срабатывании регулятора напряжения.	
24	Опишите применение программных средств для расчета и оптимизации кабельных линий: построение трасс, оценка длины и массы проводов, проверка падения напряжения, токовой нагрузки и условий прокладки.	
25	Раскройте, как программные комплексы используются для проверки селективности защиты, анализа коротких замыканий, перегрузок,	

	перенапряжений и выбора номиналов автоматических выключателей или предохранителей.	
26	Опишите применение САД-систем при разработке внешней силовой цепи и электрической схемы авиационного стартера. Укажите, какие параметры необходимо проверить при моделировании пускового режима.	
27	Раскройте возможности программного моделирования цепи управления шасси: проверка логики включения, работы концевых выключателей, блокировок, сигнализации положения и отказных состояний.	
28	Опишите применение программных инструментов при проектировании систем освещения самолета: расчет нагрузки, распределение питания, выбор коммутационных аппаратов, резервирование и проверка влияния освещения на общую бортовую сеть.	
29	Объясните, как при использовании САД/CAE-систем учитываются требования промышленной, пожарной и взрывобезопасности, охраны труда, изоляции токоведущих частей и безопасной эксплуатации авиационного электрооборудования.	
30	Опишите порядок проверки цифровой модели системы электроснабжения на соответствие техническому заданию и нормативно-технической документации: расчет режимов, контроль перегрузок, проверка резервирования и формирование отчетных материалов.	
31	Сформулируйте состав предпроектной документации на систему электроснабжения летательного аппарата: исходные данные, требования к источникам энергии, перечень потребителей, структурная схема, расчет нагрузок и предварительная спецификация оборудования.	ПК-1.В.1
32	Подготовьте перечень технических требований к первичной и вторичной системам электроснабжения самолета. Укажите требования к напряжению, частоте, мощности, надежности, резервированию, защите и условиям эксплуатации.	
33	Опишите содержание предпроектной структурной схемы системы электроснабжения самолета. Укажите, как на схеме должны быть представлены источники питания, шины, преобразователи, аккумуляторы, коммутационные аппараты и группы потребителей.	
34	Сформулируйте требования к предварительному выбору авиационных генераторов, аккумуляторных батарей, преобразователей, защитной аппаратуры и кабельных линий на основе типовых технических решений.	
35	Подготовьте структуру раздела предпроектной документации, посвященного авиационным аккумуляторам: тип батареи, способ соединения элементов, режимы заряда, аварийное питание, обслуживание и требования безопасности.	
36	Опишите содержание предпроектных материалов по внешней силовой цепи и электрической схеме авиационного стартера: источник питания, коммутационная аппаратура, защитные устройства, кабельная линия и режим пуска.	
37	Сформулируйте состав предпроектного описания цепи управления выпуском и уборкой шасси: исполнительные механизмы, датчики положения, блокировки, сигнализация, защита цепи и требования к	

	надежности.	
38	Опишите содержание предпроектной документации по системам освещения самолета: назначение светотехнических устройств, группы освещения, питание, управление, защита, резервирование и требования к размещению.	
39	Сформулируйте требования к предпроектной документации по авиационным проводам и кабельным линиям: выбор типа провода, сечения, трассы прокладки, защиты от перегрева, механических повреждений и пожароопасных режимов.	
40	Подготовьте обоснование предпроектного решения для параллельной работы генераторов постоянного тока и системы с раздельными шинами. Укажите типовое решение, условия включения генераторов, распределение мощности и меры защиты потребителей.	

Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифф. зачета	Код индикатора
	Учебным планом не предусмотрено	

Перечень тем для выполнения курсового проекта/ курсовой работы представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Перечень тем для выполнения курсового проекта / курсовой работы

№ п/п	Примерный перечень тем для выполнения курсового проекта/ курсовой работы
	Учебным планом не предусмотрено

Вопросы для проведения промежуточной аттестации в виде тестирования представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора
1 тип. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора		
Инструкция: Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа		
1	Какой параметр аккумуляторной батареи определяется произведением номинального напряжения на емкость батареи и характеризует запас электрической энергии? а) Внутреннее сопротивление батареи б) Запасаемая энергия батареи в) Ток короткого замыкания г) Частота питающего напряжения Запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа.	ПК-1.3.1

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора
2	<p>Какое действие является первым при сборе исходных данных для проектирования бортовой системы электроснабжения летательного аппарата?</p> <p>a) Выбор цвета маркировки кабелей b) Определение типа летательного аппарата, состава потребителей и режимов их работы c) Оформление титульного листа проектной документации d) Проверка орфографии в пояснительной записке</p> <p>Запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа.</p>	ПК-1.У.1
3	<p>Для чего целесообразно использовать САД/САЕ-системы при разработке бортовой кабельной сети летательного аппарата?</p> <p>a) Только для набора текстовой части отчета b) Для построения схем, расчета режимов, проверки падения напряжения и анализа работы защиты c) Только для подбора иллюстраций к презентации d) Для замены всех требований технического задания</p> <p>Запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа.</p>	ПК-1.У.2
4	<p>Что из перечисленного наиболее полно относится к составу предпроектной документации на систему электроснабжения летательного аппарата?</p> <p>a) Только перечень литературы b) Только фотография оборудования c) Исходные данные, технические требования, структурная схема, предварительный расчет нагрузок и спецификация оборудования d) Только инструкция по эксплуатации готового изделия</p> <p>Запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа.</p>	ПК-1.В.1
<p>2 тип. Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора</p> <p>Инструкция: Прочитайте текст, выберите правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов</p>		
5	<p>Какие параметры необходимо учитывать при расчете аккумуляторной батареи для бортовой кабельной сети? Выберите все правильные ответы.</p> <p>a) Требуемое рабочее напряжение b) Требуемая емкость и время автономной работы c) Внутреннее сопротивление и допустимый ток разряда d) Цвет корпуса аккумулятора</p> <p>Запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов.</p>	ПК-1.3.1

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора
6	<p>Какие данные необходимо собрать для сравнения конкурентоспособных вариантов технических решений бортовой системы электроснабжения? Выберите все правильные ответы.</p> <p>a) Состав и мощность потребителей b) Условия эксплуатации и требования к надежности c) Масса, габариты и допустимые потери энергии d) Личные предпочтения разработчика без учета технического задания</p> <p>Запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов.</p>	ПК-1.У.1
7	<p>Какие проверки целесообразно выполнять с помощью программных комплексов и САПР при проектировании бортовой кабельной сети? Выберите все правильные ответы.</p> <p>a) Расчет токовой нагрузки и падения напряжения b) Проверка перегрузок, коротких замыканий и выбора защитных аппаратов c) Оценка длины, массы и условий прокладки кабельных линий d) Исключение необходимости соблюдать требования пожарной безопасности</p> <p>Запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов.</p>	ПК-1.У.2
8	<p>Какие элементы следует включить в предпроектные материалы по бортовой кабельной сети? Выберите все правильные ответы.</p> <p>a) Перечень исходных данных и требований технического задания b) Предварительную структурную схему системы электроснабжения c) Расчет электрических нагрузок и предварительный выбор оборудования d) Сведения, не связанные с проектируемой системой</p> <p>Запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов.</p>	ПК-1.В.1
<p>3 тип. Задание закрытого типа на установление соответствия</p> <p>Инструкция: Прочитайте текст и установите соответствие. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию в правом столбце</p>		

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора
9	<p>Установите соответствие между расчетным параметром и его физическим смыслом.</p> <p>Параметр</p> <p>А. Емкость аккумуляторной батареи Б. Внутреннее сопротивление батареи В. Падение напряжения в кабельной линии Г. Коэффициент полезного действия генератора</p> <p>Физический смысл</p> <p>1. Потери напряжения при протекании тока по проводнику 2. Способность батареи отдавать заданный заряд в течение времени 3. Отношение полезной выходной мощности к потребляемой мощности 4. Сопротивление источника, влияющее на просадку напряжения под нагрузкой</p> <p>Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами: А Б В Г</p>	ПК-1.3.1
10	<p>Установите соответствие между исходными данными и их использованием при проектировании.</p> <p>Исходные данные</p> <p>А. Перечень бортовых потребителей Б. Длина трассы кабельной линии В. Температурные и вибрационные условия Г. Требования к надежности питания</p> <p>Использование</p> <p>1. Выбор изоляции, способа прокладки и условий эксплуатации 2. Расчет суммарной нагрузки и групп потребителей 3. Определение падения напряжения и массы проводки 4. Обоснование резервирования источников и шин</p> <p>Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами: А Б В Г</p>	ПК-1.У.1
11	<p>Установите соответствие между операцией в программном комплексе и результатом ее выполнения.</p> <p>Операция</p> <p>А. Построение принципиальной электрической схемы Б. Задание параметров кабельных линий В. Моделирование аварийного режима Г. Формирование отчета по расчету</p> <p>Результат</p> <p>1. Получение документированного результата проверки модели 2. Проверка работы защиты при коротком замыкании или перегрузке 3. Определение связей между источниками, шинами, защитой и потребителями 4. Расчет длины, сечения, массы и падения напряжения</p> <p>Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами: А Б В Г</p>	ПК-1.У.2

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора
12	<p>Установите соответствие между элементом предпроектной документации и его содержанием.</p> <p>Элемент документации</p> <p>А. Технические требования</p> <p>Б. Структурная схема</p> <p>В. Расчет нагрузок</p> <p>Г. Предварительная спецификация</p> <p>Содержание</p> <p>1. Перечень выбранных источников, аппаратов защиты, кабелей и преобразователей</p> <p>2. Требования к напряжению, мощности, надежности, защите и условиям эксплуатации</p> <p>3. Определение мощности групп потребителей и требуемого резерва источников</p> <p>4. Отображение источников, шин, преобразователей, аккумуляторов и групп потребителей</p> <p>Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:</p> <p>А Б В Г</p>	ПК-1.В.1
<p>4 тип. Задание закрытого типа на установление последовательности</p> <p>Инструкция: Прочитайте текст и установите последовательность. Запишите соответствующую последовательность букв слева направо</p>		
13	<p>Расположите этапы расчета параметров аккумуляторной батареи в правильной последовательности.</p> <p>а) Определение количества последовательных элементов для получения требуемого напряжения</p> <p>б) Определение требуемых напряжения, емкости, тока нагрузки и времени автономной работы</p> <p>с) Расчет количества параллельных ветвей для обеспечения требуемой емкости</p> <p>д) Проверка итоговых параметров батареи, внутреннего сопротивления и падения напряжения</p> <p>Запишите соответствующую последовательность букв слева направо.</p>	ПК-1.3.1
14	<p>Расположите этапы анализа исходных данных для выбора варианта бортовой системы электроснабжения в правильной последовательности.</p> <p>а) Сравнение вариантов технических решений по массе, надежности и энергоэффективности</p> <p>б) Сбор данных о летательном аппарате, потребителях и режимах работы</p> <p>с) Группировка потребителей по назначению и степени ответственности</p> <p>д) Расчет нагрузок и определение требований к источникам питания</p> <p>Запишите соответствующую последовательность букв слева направо.</p>	ПК-1.У.1

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора
15	<p>Расположите этапы применения САПР при разработке бортовой кабельной сети в правильной последовательности.</p> <p>a) Анализ результатов расчета и корректировка параметров b) Ввод исходных данных и требований технического задания c) Построение электрической схемы и задание параметров элементов d) Выполнение расчета режимов работы и проверка защитных аппаратов</p> <p>Запишите соответствующую последовательность букв слева направо.</p>	ПК-1.У.2
16	<p>Расположите этапы подготовки предпроектной документации в правильной последовательности.</p> <p>a) Разработка предварительной структурной схемы системы b) Анализ технического задания и исходных требований c) Предварительный расчет нагрузок и выбор типовых технических решений d) Оформление перечня оборудования, расчетных обоснований и выводов</p> <p>Запишите соответствующую последовательность букв слева направо.</p>	ПК-1.В.1
5 тип. Задание открытого типа с развернутым ответом Инструкция: Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ или напишите пропущенное слово/словосочетание		
17	Опишите методику расчета аккумуляторной батареи для бортовой кабельной сети летательного аппарата. В ответе укажите, какие исходные данные требуются, как определяются последовательные и параллельные соединения элементов, какие итоговые параметры необходимо проверить.	ПК-1.3.1
18	Предложите порядок сбора и анализа данных для проектирования конкурентоспособного варианта системы электроснабжения малого летательного аппарата. Обоснуйте, какие критерии следует использовать при сравнении вариантов технических решений.	ПК-1.У.1
19	Опишите, как современные программные комплексы и САПР применяются при проектировании бортовой кабельной сети. Укажите, какие расчеты и проверки необходимо выполнить с учетом требований пожарной безопасности, охраны труда и безопасной эксплуатации электрооборудования.	ПК-1.У.2
20	Составьте содержание предпроектного раздела по бортовой кабельной сети летательного аппарата на основе типовых технических решений. Укажите, какие схемы, расчеты и перечни оборудования должны быть включены.	ПК-1.В.1

Примечание: СИСТЕМА ОЦЕНИВАНИЯ ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ.

1-й тип. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора считается верным, если правильно указана цифра и приведены конкретные аргументы, используемые при выборе ответа.

Полное совпадение с верным ответом – 1 балл.

Неверный ответ или его отсутствие – 0 баллов.

2-й тип. Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора считается верным, если правильно указаны цифры и приведены конкретные аргументы, используемые при выборе ответов.

Полное совпадение с верным ответом – 1 балл.
Если допущены ошибки или ответ отсутствует – 0 баллов.

3-й тип. Задание закрытого типа на установление соответствия считается верным, если установлены все соответствия (позиции из одного столбца верно сопоставлены с позициями другого столбца).

Полное совпадение с верным ответом – 1 балл.
Неверный ответ или его отсутствие – 0 баллов.

4-й тип. Задание закрытого типа на установление последовательности считается верным, если правильно указана вся последовательность цифр.

Полное совпадение с верным ответом – 1 балл.
Если допущены ошибки или ответ отсутствует – 0 баллов.

5-й тип. Задание открытого типа с развернутым ответом считается верным, если ответ совпадает с эталонным по содержанию и полноте.

Правильный ответ за задание оценивается в 3 балла.

Если допущена одна ошибка\неточность\ответ правильный, но не полный – 1 балл.
Если допущено более 1 ошибки\ответ неправильный\ответ отсутствует – 0 баллов.

Перечень тем контрольных работ по дисциплине обучающихся заочной формы обучения, представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

№ п/п	Перечень контрольных работ
	Не предусмотрено

10.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в локальных нормативных актах ГУАП, регламентирующих порядок и процедуру проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП.

11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала.

Основное назначение лекционного материала – логически стройное, системное, глубокое и ясное изложение учебного материала. Назначение современной лекции в рамках дисциплины не в том, чтобы получить всю информацию по теме, а в освоении фундаментальных проблем дисциплины, методов научного познания, новейших достижений научной мысли. В учебном процессе лекция выполняет методологическую, организационную и информационную функции. Лекция раскрывает понятийный аппарат конкретной области знания, её проблемы, дает цельное представление о дисциплине, показывает взаимосвязь с другими дисциплинами.

Планируемые результаты при освоении обучающимися лекционного материала:

- получение современных, целостных, взаимосвязанных знаний, уровень которых определяется целевой установкой к каждой конкретной теме;
- получение опыта творческой работы совместно с преподавателем;
- развитие профессионально-деловых качеств, любви к предмету и самостоятельного творческого мышления.
- появление необходимого интереса, необходимого для самостоятельной работы;

- получение знаний о современном уровне развития науки и техники и о прогнозе их развития на ближайшие годы;
- научиться методически обрабатывать материал (выделять главные мысли и положения, приходить к конкретным выводам, повторять их в различных формулировках);
- получение точного понимания всех необходимых терминов и понятий.

Лекционный материал может сопровождаться демонстрацией слайдов и использованием раздаточного материала при проведении коротких дискуссий об особенностях применения отдельных тематик по дисциплине.

Структура предоставления лекционного материала описана в таблице 4.

11.2. Методические указания для обучающихся по участию в семинарах.

Учебным планом не предусмотрено.

11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий.

Учебным планом не предусмотрено.

11.4. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ.

В ходе выполнения лабораторных работ обучающийся должен углубить и закрепить знания, практические навыки, овладеть современной методикой и техникой эксперимента в соответствии с квалификационной характеристикой обучающегося. Выполнение лабораторных работ состоит из экспериментально-практической, расчетно-аналитической частей и контрольных мероприятий.

Выполнение лабораторных работ обучающимся является неотъемлемой частью изучения дисциплины, определяемой учебным планом, и относится к средствам, обеспечивающим решение следующих основных задач обучающегося:

- приобретение навыков исследования процессов, явлений и объектов, изучаемых в рамках данной дисциплины;
- закрепление, развитие и детализация теоретических знаний, полученных на лекциях;
- получение новой информации по изучаемой дисциплине;
- приобретение навыков самостоятельной работы с лабораторным оборудованием и приборами.

Задание и требования к проведению лабораторных работ

Лабораторная работа №1

Расчёт параметров батареи в бортовой кабельной сети

Для беспилотного летательного аппарата (БЛА) требуется аккумуляторная батарея, способная обеспечить питание основных систем в течение определённого времени. Необходимо выбрать подходящую конфигурацию батареи на основе последовательного, параллельного или комбинированного соединения аккумуляторов.

Исходные данные:

Напряжение одного аккумулятора: 12 В.

Ёмкость одного аккумулятора: 25 А·ч.

Требуемые параметры для бортовой системы БЛА:

Рабочее напряжение: 48 В.

Запас энергии (ёмкость): 200 А·ч.

Средний ток нагрузки: 20 А.

Дополнительно принять для расчётов (примерные данные, если не указано иное):

- Масса одного аккумулятора: **4 кг**
- Внутреннее сопротивление одного аккумулятора: **0,02 Ом**

Задачи

- 1) Определить оптимальный тип соединения аккумуляторов (последовательное, параллельное или комбинированное) для достижения заданных характеристик.
- 2) Рассчитать количество аккумуляторов и схему их соединения, чтобы достичь необходимых параметров напряжения и ёмкости.
- 3) Рассчитать итоговые параметры батареи и подтвердить, что они соответствуют требованиям БЛА.
- 4) Нарисовать схему соединения аккумуляторов (с указанием количества элементов в последовательных и параллельных ветвях).
- 5) Выбрать АКБ. Убедитесь, что выбранная батарея способна работать в условиях, соответствующих требованиям БЛА.
- 6) На основе выбранных аккумуляторов рассчитайте необходимые параметры батареи и подтвердите их соответствие требуемым характеристикам:
 - Учет саморазряда через 180 суток хранения
 - Определение удельной емкости
 - Расчёт внутреннего сопротивления
 - Определение падения напряжения

Методика выполнения

Шаг 1: Определение оптимального типа соединения аккумуляторов

- Определите, какое соединение (последовательное, параллельное или комбинированное) позволит достичь заданных характеристик (напряжение и ёмкость).
- Поясните выбор: последовательное соединение — для увеличения напряжения, параллельное — для увеличения ёмкости.
- Комбинация последовательного и параллельного соединений позволяет одновременно достичь необходимой ёмкости и напряжения.

Шаг 2: Расчёт количества аккумуляторов

2.1. Последовательное соединение:

- Рассчитайте количество аккумуляторов, необходимых для достижения напряжения 48 В:

2.2. Параллельное соединение:

- Рассчитайте количество параллельных ветвей для достижения ёмкости 200 А·ч:

Последовательное соединение для достижения рабочего напряжения:

Требуемое напряжение: $U_{\text{треб}}=48 \text{ В}$

Напряжение одного аккумулятора: $U_{\text{акб}}=12 \text{ В}$

Рассчитаем число аккумуляторов, соединённых последовательно ($n_{\text{посл}}$):

$$n_{\text{посл}} = U_{\text{треб}}/U_{\text{аккумулятор}} = 48 \text{ В}/12 \text{ В} = 4$$

При последовательном соединении ёмкость цепи остаётся равной ёмкости одного аккумулятора (25 А·ч).

Для получения необходимой ёмкости 200 А·ч аккумуляторы соединяются в параллельные ветви.

Рассчитаем число параллельных ветвей ($n_{\text{пар}}$):

$$n_{\text{пар}} = Q_{\text{треб}}/Q_{\text{аккумулятор}} = 200 \text{ А·ч} / 25 \text{ А·ч} = 8$$

Получается схема, состоящая из **8 параллельных ветвей**, каждая из которых содержит **4 последовательно соединённых аккумулятора**.

Итого потребуется:

$$N_{\text{общ}} = n_{\text{пар}} \times n_{\text{посл}} = 8 \times 4 = 32 \text{ аккумулятора}$$

Шаг 3: Итоговые параметры батареи.

1. Общее количество аккумуляторов в батарее: для каждой параллельной ветви требуется 4 аккумулятора, а всего таких ветвей 8. Поэтому общее количество аккумуляторов:

$$n_{\text{общ}} = n_{\text{посл}} \times n_{\text{паралл}} = 4 \times 8 = 32$$

2. Итоговая ёмкость батареи при параллельном соединении ветвей:

$$Q_{\text{общ}} = Q_{\text{одного аккумулятора}} \times n_{\text{паралл}} = 25 \text{ Ач} \times 8 = 200 \text{ Ач}$$

3. Итоговое напряжение батареи при последовательном соединении аккумуляторов:

$$U_{\text{общ}} = U_{\text{одного аккумулятора}} \times n_{\text{посл}} = 12 \text{ В} \times 4 = 48 \text{ В}$$

Таким образом, собранная батарея будет иметь требуемые параметры: **напряжение 48 В и ёмкость 200 А·ч.**

Для обеспечения питания бортовой кабельной сети БЛА с заданными параметрами (48 В и 200 А·ч) необходимо собрать батарею из 32 аккумуляторов, соединённых в 8 параллельных ветвей по 4 аккумулятора в каждой ветви, соединённых последовательно.

Шаг 4. Нарисуйте электрическую схему соединения аккумуляторов

На схеме обозначьте:

- Количество аккумуляторов в последовательной ветви (4 шт.).
- Количество параллельных ветвей (8 ветвей).
- Обозначьте напряжение каждой ветви (48 В) и итоговую ёмкость (200 А·ч).

Шаг 5: Для проведения дальнейших расчётов необходимо найти характеристики аккумулятора, который соответствует исходным данным (12 В, 25 А·ч).

Шаг 6: Расчёт необходимых параметров батареи и подтверждение соответствия требованиям

Предположим, что коэффициент саморазряда выбранного аккумулятора составляет $C_{30_суток} = 1\%$.

Тогда через 180 суток ёмкость батареи уменьшится на:

$$C_{180_суток} = 6 \times 1\% \times 6 = 6\%$$

Теперь определим остаточную ёмкость батареи после 180 суток хранения:

$$Q_2 = Q_{\text{общ}} \cdot (1 - C_{180_суток} / 100)$$

Подставим значения:

$$Q_2 = 200 \text{ Ач} \cdot (1 - (6/100)) = 200 \cdot 0,94 = 188 \text{ Ач}$$

Таким образом, через 180 суток хранения (6 месяцев) батарея потеряет 6% ёмкости, и её остаточная ёмкость составит **188 А·ч.**

Определение удельной ёмкости (g_0)

Рассчитаем удельную ёмкость батареи, которая отражает соотношение ёмкости к массе батареи.

Сначала определим общую массу батареи, примем, что масса одного АКБ 4 кг:

$$m_{\text{общ}} = m_{\text{акб}} \times n_{\text{общ}} = 4 \text{ кг} \times 32 = 128 \text{ кг}$$

Теперь рассчитаем удельную ёмкость:

$$g_0 = Q_{\text{общ}} / m_{\text{общ}} = 200 / 128 = 1,56 \text{ А / кг}$$

Расчёт внутреннего сопротивления

Примем, что внутреннее сопротивление одного аккумулятора ($r_{\text{внутр}}$) составляет 0,02 Ом. Внутреннее сопротивление всей батареи рассчитывается на основе последовательного и параллельного соединений.

Последовательно соединение увеличивает сопротивление, параллельное — уменьшает.

- Последовательное соединение (4 аккумулятора):

$$R_{\text{посл}} = 4 \times r_{\text{внутр}} = 4 \times 0,02 \text{ Ом} = 0,08 \text{ Ом}$$

8 таких ветвей соединены параллельно:

$$R_{\text{итог}} = R_{\text{посл}} / n_{\text{пар}} = 0,08 \text{ Ом} / 8 = 0,01 \text{ Ом}$$

Определение падения напряжения на внутреннем сопротивлении:

Пусть средний рабочий ток нагрузки системы — 30 А.

Тогда падение напряжения на внутреннем сопротивлении батареи:

$$U_{\text{пад}} = I_{\text{наг}} \times R_{\text{батареи}} = 30 \text{ А} \times 0,08 \text{ Ом} = 2,4 \text{ В}$$

Лабораторная работа №2.

Разработка блок-схемы электрической системы для многомоторного самолета

Цель работы: разработать блок-схему электрической системы для многомоторного самолета с разделенной шиной, объяснив основные компоненты и принципы работы системы.

Задание.

- 1) Создайте блок-схему, изображающую электрическую систему многомоторного самолета с разделенной шиной. Разделите блок-схему на разделы, представляющие основные компоненты системы, такие как генераторы, шины нагрузки, резервные источники и управляющие устройства.
- 2) Добавьте в блок-схему два основных генератора переменного тока, каждый из которых подключен к своей шине нагрузки.
- 3) Включите резервный генератор как резервный источник энергии в случае отказа одного из главных генераторов.
- 4) Укажите реле трансфера, соединяющие генераторные шины с переходной шиной.
- 5) Обозначьте переходную шину, соединяющую генераторные шины.
- 6) Укажите шины нагрузки, к которым подключены электрические потребители.
- 7) Покажите, как ток может переходить между различными шинами в случае отказа генераторов.
- 8) Добавьте управляющие элементы, такие как переключатели, автоматические выключатели и реле, которые регулируют и защищают систему.
- 9) Укажите, как система переключает питание на резервный генератор в случае неисправности главных генераторов.
- 10) Напишите описание блок-схемы, объясняя работу каждого компонента и принципы переключения между различными источниками питания.
- 11) Объясните преимущества разделенной шины и как она обеспечивает надежность системы электропитания.

Успешным результатом выполнения задания является представление блок-схемы электрической системы для многомоторного самолета с разделенной шиной и описание схемы, в котором подробно объяснены компоненты, их взаимодействие и принципы работы системы.

Контрольные вопросы.

1. Какие принципы проектирования обеспечивают надежность электроэнергетических систем в многомоторных самолетах?

2. Почему важно иметь несколько источников питания для заданных нагрузок на самолете?

3. Каково значение питания критически важных нагрузок через несколько энергетических шин?
4. Какова роль генераторов постоянного тока в системе электропитания двухмоторных самолетов?
5. Какие другие технологические средства и элементы защиты могут быть включены в электрические системы самолетов для обеспечения безопасности и надежности?

Лабораторная работа №3

Расчет и анализ характеристик зависимого инвертора

Исходные данные:

Источник постоянного тока: $U_d = E_d$ В

Номинальный ток цепи переменного тока: I_{2N} А

Угол коммутации: γ (град)

Угол восстановления управляющей способности тиристора: $\delta_{\text{восст}}$ (град)

Предел изменения тока постоянного тока: $0 < I_d < I_{dN}$

Задание.

Рассчитайте следующие характеристики зависимого инвертора:

- a) Напряжение цепи постоянного тока U_{d0} (В).
- b) Номинальное значение тока цепи переменного тока I_{2N} (А).
- c) Угол коммутации γ (град).
- d) Угол, необходимый для восстановления управляющей способности тиристора $\delta_{\text{восст}}$ (град).

Постройте внешнюю характеристику зависимого инвертора $U_d = f(I_d)$ при заданных значениях угла $\beta = \beta_1, \beta = \beta_2, \beta = \beta_3$, и изменяя ток I_d в пределах $0 < I_d < I_{dN}$.

Постройте ограничительную характеристику зависимого инвертора $U_d = f(I_d)$ при значении $\delta_{\text{min}} = \delta_{\text{восст}}$ и для 4-5 заданных значений тока цепи постоянного тока I_d в пределах $0 < I_d < I_{dN}$.

Постройте зависимость коэффициента мощности зависимого инвертора χ для трех заданных значений угла β и изменяя ток I_d в пределах $0 < I_d < I_{dN}$.

Постройте зависимость коэффициента полезного действия зависимого инвертора η как функцию тока I_d для трех заданных значений угла β и изменяя ток I_d в пределах $0 < I_d < I_{dN}$.

Приведем программный код Python решения задания по параметрам, представленным для варианта №1.

```
from scipy.signal import savgol_filter
from google.colab import files
```

```
# Заданные значения
```

```
Id_N = 3.0
```

```
Uф2N = 115
```

```
mc = 3
```

```
kt = 2
```

```
fc = 400
```

```
хф = 5.0
```

```
Rcx = 1.0
```

```
ΔUвпр = 1.5
```

```
tq = 50
```

```
β_values = [30, 45, 60]
```

```

# Рассчитать значения для варианта 1
Ud0 = mc · Uф2N / xф
I2N = Id_N / xф
γ_values = [calculate_γ(Id_N, Ud0, xф, kт) for _ in β_values]
δз_min = calculate_δвосст(tq, fc)

# Построить характеристики
Id_values = np.linspace(0, Id_N, 100)
Ud_values = Ud0 · np.cos(np.radians(β_values[0])) + (Id_values · Rcx · xф · ΔUвпр)
limiting_Ud_values = Ud0 · np.cos(np.radians(β_values[0])) + (Id_values · Rcx · xф · ΔUвпр)
χ_values = np.cos(np.radians(β_values[0])) + (Id_values · Rcx · xф · ΔUвпр) / Ud_values

# Создание массивов для коэффициента мощности и КПД
χ_values = []
η_values = []

for β in β_values:
    Ud_values = Ud0 · np.cos(np.radians(β)) - (Id_values · Rcx · xф · ΔUвпр) # Зависимость
    Ud от Id

    # Посчитать мощности
    Pd = Ud_values · Id_values
    P2 = (Id_values · 2) · Rcx · xф · ΔUвпр
    # Избегаем деления на ноль
    P2[P2 == 0] = 1e-6 # Заменяем нули на маленькое значение

    # Рассчитать коэффициент мощности χ
    χ = np.cos(np.radians(β)) + (Id_values · Rcx · xф · ΔUвпр) / Ud_values
    χ[χ > 0.998] = 0.998 # Ограничение коэффициента мощности

    # Рассчитать КПД
    η = Pd / (Pd + P2)
    η[η > 0.99] = 0.99 # Ограничение КПД

    χ_values.append(χ)
    η_values.append(η)

# Построить график коэффициента мощности
plt.figure(figsize=(12, 8))

for i, β in enumerate(β_values):
    plt.plot(Id_values, χ_values[i], label=f"β = {β}°")

plt.legend()
plt.title("Зависимость коэффициента мощности χ")
plt.xlabel("Id, A")
plt.ylabel("χ")
plt.grid()
plt.savefig("Power_Factor_χ.svg", format="svg")
files.download("Power_Factor_χ.svg")

```

```

# Построить график КПД
plt.figure(figsize=(12, 8))

for i,  $\beta$  in enumerate( $\beta$ _values):
    plt.plot(Id_values,  $\eta$ _values[i], label=f" $\beta = \{\beta\}^\circ$ ")

plt.legend()
plt.title("Зависимость коэффициента полезного действия  $\eta$ ")
plt.xlabel("Id, A")
plt.ylabel(" $\eta$ ")
plt.grid()
plt.savefig("Efficiency_ $\eta$ .svg", format="svg")
files.download("Efficiency_ $\eta$ .svg")

# Объединить графики внешней и ограничительной характеристик, а также зависимости
Ud от Id
plt.figure(figsize=(12, 8))

for i,  $\beta$  in enumerate( $\beta$ _values):
    Ud_values = Ud0 * np.cos(np.radians( $\beta$ )) - (Id_values * Rcx * xф *  $\Delta U_{впр}$ ) # Зависимость
    Ud от Id
    plt.plot(Id_values, Ud_values, label=f" $\beta = \{\beta\}^\circ$  (Ud vs Id)")
    limiting_Ud_values = Ud0 * np.cos(np.radians( $\beta$ )) + (Id_values * Rcx * xф *  $\Delta U_{впр}$ ) #
    Ограничительная характеристика
    plt.plot(Id_values, limiting_Ud_values, label=f" $\beta = \{\beta\}^\circ$  (Огран. характеристика ка Ud vs
    Id)", linestyle='dashed')

plt.legend()
plt.title("Внешняя и ограничительная характеристики, Ud vs Id")
plt.xlabel("Id, A")
plt.ylabel("Ud, B")
plt.grid()
plt.savefig("Characteristics_Ud_vs_Id.svg", format="svg")
files.download("Characteristics_Ud_vs_Id.svg")

# Вывести результаты для варианта 1
print("Вариант 1")
print(f"Ud0 = {Ud0:.2f} B")
print(f"I2N = {I2N:.2f} A")
for i,  $\beta$  in enumerate( $\beta$ _values):
    print(f"Угол  $\beta\{i + 1\} = \{\beta\}^\circ$  градусов,  $\gamma = \{\gamma\_values[i]:.2f\}$  градусов")
print(f" $\delta z\_min = \{\delta z\_min:.2f\}$  градусов")

```

Результатом работы кода является вывод полученных расчетных данных:

Вариант 1

Ud0 = 69.00 B;

I2N = 0.60 A;

Угол $\beta_1 = 30.00$ градусов, $\gamma = 0.00$ градусов;

Угол $\beta_2 = 45.00$ градусов, $\gamma = 0.00$ градусов;

Угол $\beta_3 = 60.00$ градусов, $\gamma = 0.00$ градусов;

$\delta_{z_min} = 303.10$ градусов.

А также построение заданных графиков и зависимостей: на рисунке 3.1 представлен график зависимости коэффициента мощности инвертора от тока I_d и угла значений β ; на рисунке 3.2 - график зависимости КПД инвертора от тока I_d и угла значений угла β ; 3.3 – внешняя и ограничительная характеристики инвертора.

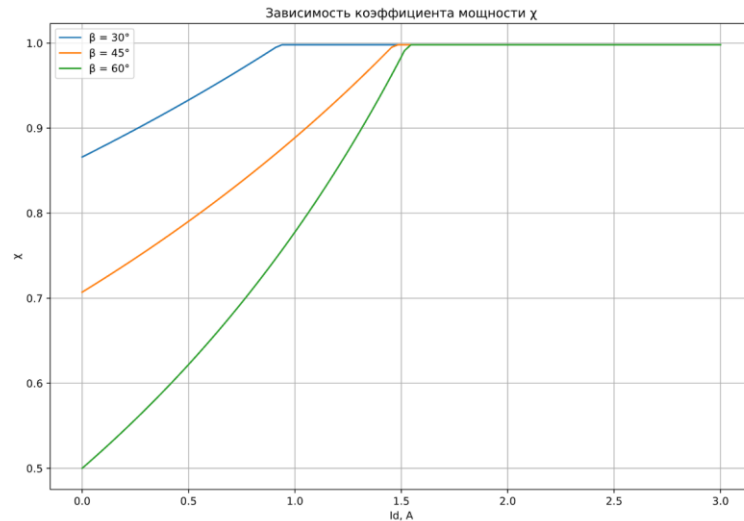


Рис. 1.1. График зависимости коэффициента мощности инвертора от тока I_d и угла значений угла β

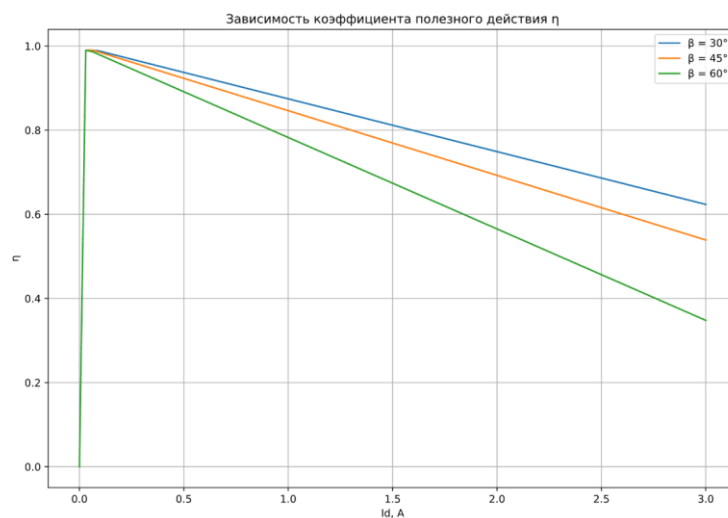


Рис. 1.2. График зависимости КПД инвертора от тока I_d и угла значений угла β ;

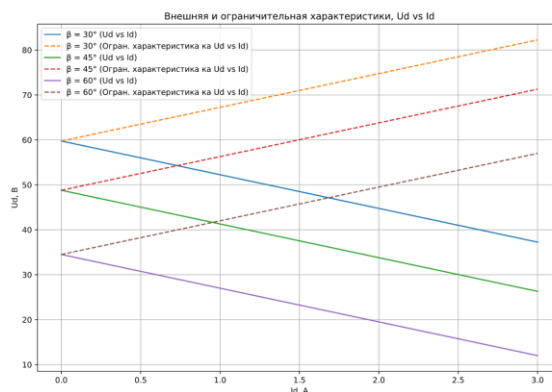


Рис. 1.3. Внешняя и ограничительная характеристики инвертора

Лабораторная работа № 4.

Цель работы

Целью работы является проектирование принципиальной электрической схемы зарядного устройства для авиационного аккумулятора, обеспечивающего требуемый режим заряда в соответствии с типом аккумуляторной батареи, ее номинальной емкостью, напряжением и эксплуатационными ограничениями.

Работа направлена на формирование у обучающихся навыков выбора режима заряда авиационных аккумуляторных батарей, расчета основных электрических параметров зарядной цепи, разработки структурной и принципиальной схемы зарядного устройства, а также обоснования проектных решений с учетом требований надежности, электробезопасности, пожарной безопасности и эксплуатационной пригодности авиационного электрооборудования.

Задание на лабораторную работу

Необходимо разработать принципиальную электрическую схему зарядного устройства для авиационного аккумулятора в соответствии с индивидуальным вариантом задания.

В зависимости от варианта зарядное устройство должно обеспечивать один из следующих режимов:

- режим стабилизации постоянного напряжения, CV;
- режим стабилизации постоянного тока, CC;
- комбинированный режим заряда с переходом от основного заряда к режиму дозаряда.

В составе проектируемой схемы необходимо предусмотреть:

- входной узел питания;
- понижающий или согласующий преобразователь напряжения;
- выпрямительный узел;
- сглаживающий фильтр;
- силовой регулирующий элемент;
- цепь измерения зарядного тока;
- цепь измерения напряжения аккумулятора;
- узел сравнения с опорным сигналом;
- цепь обратной связи;
- защиту от превышения тока, напряжения и перегрева;
- индикацию режима работы зарядного устройства.

Результатом выполнения работы является принципиальная электрическая схема зарядного устройства и пояснение к ней с расчетом основных параметров элементов.

Структура и форма отчета о лабораторной работе

Название учебного заведения

КАФЕДРА № __

ОТЧЕТ
ЗАЩИЩЕН С ОЦЕНКОЙ
ПРЕПОДАВАТЕЛЬ

должность, уч. степень,
звание

подпись, дата

инициалы, фамилия

ОТЧЕТ ПО ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЕ

по курсу:

РАБОТУ ВЫПОЛНИЛ

СТУДЕНТ ГР. № _____

подпись, дата

инициалы, фамилия

Санкт-Петербург 20__

Содержание отчета:

Цель работы: _____

Задачи:

1. _____

2. _____

3. _____

Теоретические сведения

В отчете по лабораторной работе обязательно должны быть указаны теоретические сведения, необходимые для выполнения лабораторной работы, в том числе данные об установке, на которой выполнялась работа.

Расчетно-графическая часть

В начале указываются исходные данные, расчеты, графические построения.

Выводы

Отчет по лабораторной работе обязательно должен содержать выводы по лабораторной работе, в которой должны отражаться факты достижения цели.

Список используемой литературы

Список используемой литературы оформляется в соответствии с ГОСТ 7.0.100-2018 – Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления.

Требования к оформлению отчета

1. Общие требования

1.1. В соответствии с ГОСТ 7.32-2017 – СИБИД. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления отчет по лабораторной работе оформляется любым печатным способом на одной стороне листа белой бумаги формата А4.

1.2. В отчете по лабораторной работе допускается интервал 1.0 и 1.5, кегль не менее 12, выравнивание по ширине, отступ красной строки 1.0.

1.3. Цвет шрифта должен быть черным.

2. Нумерация страниц отчета

2.1. Страницы отчета следует нумеровать арабскими цифрами, соблюдая сквозную нумерацию по всему тексту отчета. Номер страницы проставляется в низу каждого листа по центру.

2.2. Титульный лист включается в общую нумерацию страниц отчета. Номер страницы на титульном листе не проставляется.

3. Нумерация разделов и подразделов отчета

3.1. Разделы должны иметь порядковые номера в пределах всего отчета, обозначенные арабскими цифрами.

3.2. Разделы могут быть разбиты на подразделы. Нумерация подразделов составляется из номера раздела и подраздела, обозначенного через точку, например, «1.1.». В конце названия разделов и подразделов точка не ставится.

4. Иллюстрации

4.1. Иллюстрации подписываются снизу арабскими цифрами через пробел после слова «Рисунок» и имеют либо сквозную нумерацию, либо нумерацию в соответствии с разделами отчета.

4.2. Все иллюстрации (рисунки) должны иметь название, которое указывается после номера иллюстрации через тире, например, «Рисунок 1 – Структурная схема одноконтурной САР».

4.3. Подписи всех иллюстраций выравниваются по центру строки.

5. Графики

5.1. Графики должны быть четкими. При оформлении графиков необходимо указывать обозначения координатных осей и самих графиков.

5.2. Если графики отражают сравнение двух экспериментов, рекомендуется их выполнение в одной системе координат.

6. Таблицы

6.1. В отчете по лабораторной работе рекомендуется сквозная нумерация таблиц. Допускается нумерация таблиц в пределах раздела отчета. В этом случае номер таблицы состоит из номера раздела и порядкового номера таблицы, разделенных точкой.

6.2. Таблицы нумеруются арабскими цифрами.

6.3. Нумерация таблиц производится со словом «Таблица» без знака «No», например, «Таблица 1».

6.5.4. Каждая таблица должна иметь название, которое следует помещать над таблицей слева без абзацного отступа в одну строку с ее номером через тире.

11.5 Методические указания для обучающихся по прохождению курсового проектирования/выполнения курсовой работы.

Учебным планом не предусмотрено.

11.6 Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы

В ходе выполнения самостоятельной работы, обучающийся выполняет работу по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

В процессе выполнения самостоятельной работы у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет ему развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Самостоятельная работа по дисциплине направлена на закрепление теоретических знаний об источниках электрической энергии на летательных аппаратах, авиационных генераторах, аккумуляторных батареях, преобразователях, элементах защиты, цепях управления и распределения электрической энергии. В ходе самостоятельной работы обучающийся изучает материалы лекций, повторяет основные расчетные соотношения, анализирует принципиальные и функциональные схемы авиационного электрооборудования, готовится к лабораторным и контрольным работам, а также выполняет индивидуальные задания преподавателя.

Особое внимание при самостоятельной подготовке следует уделять пониманию назначения основных элементов авиационной электрической системы, принципов работы генераторов переменного и постоянного тока, особенностей эксплуатации аккумуляторных батарей, способов защиты электрических цепей, условий резервирования питания и требований к надежности электроснабжения воздушного судна.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся, являются:

- учебно-методический материал по дисциплине;
- материалы лекционных занятий;
- методические указания по выполнению лабораторных работ;
- справочные материалы по авиационному электрооборудованию;
- нормативно-техническая и эксплуатационная документация по системам электроснабжения летательных аппаратов;
- индивидуальные задания и рекомендации преподавателя.

11.7 Методические указания для обучающихся по прохождению текущего контроля успеваемости.

Текущий контроль успеваемости предусматривает контроль качества знаний обучающихся, осуществляемого в течение семестра с целью оценивания хода освоения дисциплины.

Текущий контроль успеваемости предусматривает контроль качества знаний обучающихся, осуществляемый в течение семестра с целью оценивания хода освоения дисциплины.

Текущий контроль по дисциплине проводится для проверки усвоения обучающимися основных теоретических положений и практических навыков, связанных с устройством, принципами работы и расчетом элементов авиационных электрических систем. В ходе текущего контроля оценивается знание классификации летательных аппаратов и источников электроэнергии, принципов работы авиационных генераторов, характеристик аккумуляторных батарей, назначения преобразователей электрической энергии, средств защиты электрических цепей, а также особенностей распределения мощности в бортовой электрической сети.

Формами текущего контроля могут являться устный опрос, письменный опрос, тестирование, проверка конспектов и расчетных заданий, защита лабораторных работ, выполнение контрольной работы, анализ принципиальных электрических схем и решение типовых расчетных задач.

При подготовке к текущему контролю обучающемуся рекомендуется повторить материалы лекций, изучить основные термины и определения, разобраться в назначении элементов электрической системы воздушного судна, уметь пояснять работу генераторов,

аккумуляторов, инверторов, стартерных цепей, цепей управления и защитных устройств. Особое внимание следует уделять умению объяснять физический смысл расчетных параметров, выбирать режимы работы оборудования и обосновывать технические решения.

Результаты текущего контроля учитываются при оценивании освоения дисциплины и используются преподавателем для выявления тем, требующих дополнительного разъяснения или самостоятельной проработки обучающимися.

11.8 Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Она включает в себя:

– экзамен – форма оценки знаний, полученных обучающимся в процессе изучения всей дисциплины или ее части, навыков самостоятельной работы, способности применять их для решения практических задач. Экзамен, как правило, проводится в период экзаменационной сессии и завершается аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Экзамен проводится в устной форме по билетам в виде подготовки и изложения развёрнутого ответа. Время на подготовку ответа - 45 минут.

Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

Дата внесения изменений и дополнений. Подпись внесшего изменения	Содержание изменений и дополнений	Дата и № протокола заседания кафедры	Подпись зав. кафедрой