

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета _____ Бурковский А.В.
«31» августа 2021 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины**

«Надежность и эксплуатация электроприводов»

Направление подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Профиль Электроприводы и системы управления электроприводов

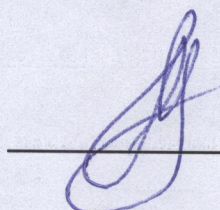
Квалификация выпускника магистр

Нормативный период обучения 2 года

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2021

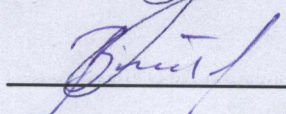
Автор программы

 /А.В. Романов/

**Заведующий кафедрой
Электропривода,
автоматики и управления в
технических системах**

 /В.Л. Бурковский/

Руководитель ОПОП

 /В.М. Питолин/

Воронеж 2021

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

Целью изучения дисциплины «Надежность и эксплуатация электроприводов» формирование у магистров готовности к внедрению результатов разработок средств и систем автоматизации и управления в производство, к участию в работах по изготовлению, отладке и сдаче в эксплуатацию систем и средств автоматизации и управления, способности участвовать в монтаже, наладке, настройке, проверке и сдаче опытных образцов программно-аппаратных средств и комплексов автоматизации управления.

1.2. Задачи освоения дисциплины

Задачами освоения дисциплины является:

- дать знания по основным понятиям и определениям надежности технических объектов и систем, изучение основных показателей надежности объектов и систем, методов их расчета
- изучение способов обеспечения надежности систем на различных этапах их жизненного цикла и организации их эксплуатации.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Надежность и эксплуатация электроприводов» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений (дисциплина по выбору) блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Надежность и эксплуатация электроприводов» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-1 - Способен разрабатывать проекты системы электропривода

ПК-2 - Способен проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки при исследовании самостоятельных тем

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-1	Знать: требования нормативных документов к устройству системы электропривода; правила разработки проектов системы электропривода; правила разработки комплектов проектной и рабочей документации на системы электропривода; типовые проектные решения системы электропривода.
	Уметь: применять правила разработки проектов системы электропривода, процедуры и методики систем менеджмента качества, правила автоматизированной системы управления организацией, типовые проектные решения, систему автоматизированного проектирования и программу, используемую для написания и модификации документов, для разработки комплектов конструкторской документации на различных стадиях проектирования системы электропривода с использованием отдельных частей документации,

	выполненных работниками, осуществляющими проектирование.
	Владеть: способами разработки технических заданий на предпроектное обследование оборудования, для которого разрабатывается проект системы электропривода; методами сбора информации о системах электропривода и используемом оборудовании ведущих производителей; системами автоматизированного проектирования и программами, используемыми для написания и модификации документов, для разработки схемы системы электропривода; критериями выбора оборудования для системы электропривода.
ПК-2	Знать: актуальную нормативную документацию в соответствующей области знаний; методы анализа научных данных; методы и средства планирования и организации исследований и разработок.
	Уметь: осуществлять теоретическое обобщение научных данных, результатов экспериментов и наблюдений; применять актуальную нормативную документацию в соответствующей области знаний; оформлять результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ.
	Владеть: способами сбора и изучения научно-технической информации по теме исследований и разработок; методиками анализа научных данных, результатов экспериментов и наблюдений.

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Надежность и эксплуатация электроприводов» составляет 4 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий

очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		2
Аудиторные занятия (всего)	36	36
В том числе:		
Лекции	18	18
Лабораторные работы (ЛР)	18	18
Самостоятельная работа	108	108
Виды промежуточной аттестации - зачет	+	+
Общая трудоемкость:		
академические часы	144	144
зач.ед.	4	4

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Основные понятия и определения теории надежности электроприводов	Термины и понятия теории надежности. Введение (предмет и структура курса). Термины и понятия теории надежности. Основные понятия и краткие сведения из теории вероятности и математической статистики. Основные показатели надежности устройств и систем управления. Вероятность безотказной работы. Восстановление. Восстанавливаемые и невосстанавливаемые устройства. Математическое определение основных показателей надежности невосстанавливаемых устройств. Современные инструментальные средства оценки надежности устройств и систем управления. Методы расчета надежности резервированной аппаратуры систем автоматического управления. Понятие резервирования. Структурное резервирование, виды, классификация. Дублирование. Структурно-логические схемы организации структурного резервирования систем управления.	6	2	36	44
2	Методы обеспечения надежности систем управления электроприводов	Структурное резервирование без восстановления. Структурное резервирование без восстановления. Методы расчета надежности резервированной аппаратуры систем автоматического управления. Анализ надежности дублированной группы с учетом различного характера отказов устройств при постоянном нагруженном резерве. Расчет надежности систем автоматического управления методом обобщенного параметра. Понятие отказа. Классификация и особенности диагностирования отказов в системах управления. Сущность структурного подхода к моделированию отказов в системах управления. Методы расчета параметров надежности. Метод обобщенного параметра. Расчет количественных показателей надежности резервированной аппаратуры. Методы и средства улучшения характеристик надежности систем автоматического управления. Методы и средства улучшения характеристик надежности систем автоматического управления. Резервирование электрорадиоэлементов с учетом возможности их коротких замыканий и обрывов. Характеристики надежности автоматически резервированных систем. Методология технико-экономического обоснования структурного резервирования систем управления.	6	8	36	50
3	Основы технического диагностирования и эксплуатации систем управления электроприводов	Техническое диагностирование систем управления. Диагностика и диагностирование. Понятие технического диагностирования. Методы	6	8	36	50

		технического диагностирования систем автоматического управления. Методологические основы. Методы организации поиска отказавших элементов при основном соединении элементов. Математическое моделирование надежности систем управления. Характеристики математических моделей линейных непрерывных систем автоматического управления. Характеристики математических моделей дискретных систем автоматического управления. Инструментальные средства расчета и моделирования параметров и характеристик надежности систем управления. Основы эксплуатации систем управления. Эксплуатация систем управления. Условия эксплуатации и их влияние на параметры надежности систем управления. Методы организации поиска отказавших элементов при основном соединении элементов. Принцип детерминированности в организации поиска дефекта. Оптимизация программ поиска дефекта с использованием принципа приведенной вероятности. Влияние периодичности диагностических циклов на показатели надежности восстанавливаемых систем автоматического управления.				
Итого			18	18	108	144

5.2 Перечень лабораторных работ

1. Лабораторная работа № 1. Знакомство с программой моделирования логических цепей
2. Лабораторная работа № 2. Исследование возможностей реализации одних логических функций через другие
3. Лабораторная работа № 3. Применение комбинационной логики при проектировании автоматических устройств
4. Лабораторная работа № 4. Синтез логических устройств с памятью (последовательностные устройства)

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины не предусматривает выполнение курсового проекта (работы) или контрольной работы.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

- «аттестован»;
- «не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ПК-1	Знать: требования нормативных документов к устройству системы электропривода; правила разработки проектов системы электропривода; правила разработки комплектов проектной и рабочей документации на системы электропривода; типовые проектные решения системы электропривода.	Тест.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь: применять правила разработки проектов системы электропривода, процедуры и методики систем менеджмента качества, правила автоматизированной системы управления организацией, типовые проектные решения, систему автоматизированного проектирования и программу, используемую для написания и модификации документов, для разработки комплектов конструкторской документации на различных стадиях проектирования системы электропривода с использованием отдельных частей документации, выполненных работниками, осуществляющими проектирование.	Решение стандартных практических задач.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть: способами разработки технических заданий на предпроектное обследование оборудования, для которого разрабатывается проект системы электропривода; методами сбора информации о системах электропривода и используемом оборудовании ведущих производителей; системами автоматизированного	Решение прикладных задач в конкретной предметной области.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

	проектирования и программами, используемыми для написания и модификации документов, для разработки схемы системы электропривода; критериями выбора оборудования для системы электропривода.			
ПК-2	Знать: актуальную нормативную документацию в соответствующей области знаний; методы анализа научных данных; методы и средства планирования и организации исследований и разработок.	Тест.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь: осуществлять теоретическое обобщение научных данных, результатов экспериментов и наблюдений; применять актуальную нормативную документацию в соответствующей области знаний; оформлять результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ.	Решение стандартных практических задач.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть: способами сбора и изучения научно-технической информации по теме исследований и разработок; методиками анализа научных данных, результатов экспериментов и наблюдений.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 2 семестре для очной формы обучения по двухбалльной системе:

«зачтено»

«не зачтено»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Зачтено	Не зачтено
ПК-1	Знать: требования нормативных документов к устройству системы электропривода; правила разработки проектов системы электропривода;	Тест	Выполнение теста на 90- 100%	Выполнение теста на 80- 90%

	правила разработки комплектов проектной и рабочей документации на системы электропривода; типовые проектные решения системы электропривода.			
	Уметь: применять правила разработки проектов системы электропривода, процедуры и методики систем менеджмента качества, правила автоматизированной системы управления организацией, типовые проектные решения, систему автоматизированного проектирования и программу, используемую для написания и модификации документов, для разработки комплектов конструкторской документации на различных стадиях проектирования системы электропривода с использованием отдельных частей документации, выполненных работниками, осуществляющими проектирование.	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах
	Владеть: способами разработки технических заданий на предпроектное обследование оборудования, для которого разрабатывается проект системы электропривода; методами сбора информации о системах электропривода и используемом оборудовании ведущих производителей; системами автоматизированного проектирования и программами, используемыми для написания и модификации документов, для разработки схемы системы электропривода; критериями выбора оборудования для системы электропривода.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах

ПК-2	Знать: актуальную нормативную документацию в соответствующей области знаний; методы анализа научных данных; методы и средства планирования и организации исследований и разработок.	Тест	Выполнение теста на 90- 100%	Выполнение теста на 80- 90%
	Уметь: осуществлять теоретическое обобщение научных данных, результатов экспериментов и наблюдений; применять актуальную нормативную документацию в соответствующей области знаний; оформлять результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ.	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах
	Владеть: способами сбора и изучения научно-технической информации по теме исследований и разработок; методиками анализа научных данных, результатов экспериментов и наблюдений.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

1. Какие существуют технические требования при проектировании системы или устройства?

- 1) основные;
- 2) вспомогательные;
- 3) эксплуатационные;
- 4) требования надежности.

2. Свойства надежности?

- 1) безотказность;
- 2) долговечность;
- 3) совместимость;
- 4) сохраняемость;
- 5) ремонтпригодность;
- 6) робастность.

3. Может ли техническая система быть неисправной, но сохранять при этом работоспособность?

- 1) нет;
- 2) да.

4. Анализ надежности технической системы на стадии проектирования называется...

- 1) априорным.
- 2) апостериорным.

5. Совершенная нормальная форма ...

- 1) является наиболее короткой записью логической функции
- 2) бывает конъюнктивная и дизъюнктивная
- 3) необходима для последующей минимизации
- 4) верны 2 и 3 ответы

6. Логической или булевой функцией называют ...

- 1) математическое выражение, содержащее элементы логики
- 2) функцию $f(x_1, x_2, \dots, x_n)$, принимающую два значения – 0 и 1 и зависящую от переменных $x_1, x_2, \dots, x_n$, каждая из которых также может принимать любые значения
- 3) функцию $f(x_1, x_2, \dots, x_n)$, принимающую два значения – 0 и 1 и зависящую от переменных $x_1, x_2, \dots, x_n$, каждая из которых также может принимать только два значения 0 и 1

7. Способ задания булевой функции.

- 1) полное перечисление значений функции f для всех комбинаций переменных $x_1, x_2, \dots, x_n$ в виде таблицы
- 2) с помощью логического выражения
- 3) с помощью карт Карно
- 4) верны 1 и 2 ответы

8. Укажите неверные определения сочетательного закона (свойства ассоциативности).

- 1) $(x_1 x_2) x_3 = x_1 (x_2 x_3)$
- 2) $(x_1 \vee x_2) \vee x_3 = x_1 \vee (x_2 \vee x_3)$
- 3) $(x_1 \oplus x_2) \oplus x_3 = x_1 \oplus (x_2 \oplus x_3)$
- 4) $(x_1 \downarrow x_2) \downarrow x_3 = x_1 \downarrow (x_2 \downarrow x_3)$
- 5) $(x_1 | x_2) | x_3 = x_1 | (x_2 | x_3)$

9. Неполностью определенной логической функцией называют ...

- 1) логическую функцию, результат которой невозможно определить.
- 2) логическую функцию, результат которой невозможно определить без минимизации.
- 3) функцию, зависящую не от всех n переменных.

10. Для каких логических функций существует единственная СДНФ?

- 1) Для всех логических функций.
- 2) СДНФ может не существовать если есть СКНФ.
- 3) Для всех логических функций, кроме функций-констант 0 и 1.
- 4) Для всех логических функций существует бесконечное множество СДНФ.

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Номинальный момент двигателя, работающего в продолжительном режиме, равен 50 Нм. При работе двигателя в повторно-кратковременном режиме с $B = 25\%$ номинальный момент составит:

- 1) 50 Нм ;
- 2) 100 Нм ;
- 3) 200 Нм ;
- 4) 25 Нм .

2. Номинальная мощность двигателя в продолжительном режиме 140 кВт. При работе с $PВ = 25\%$ и пренебрежением постоянными потерями номинальная мощность его

- 1) 140 кВт ;
- 2) 560 кВт ;
- 3) 280 кВт ;
- 4) 70 кВт .

3. При работе двигателя в повторно-кратковременном режиме с $PВ = 15\%$ его номинальная мощность равна 60 кВт. Номинальная мощность двигателя, работающего в повторно-кратковременном режиме с $PВ = 60\%$ составит

- 1) 60 кВт ;
- 2) 120 кВт ;
- 3) 30 кВт ;
- 4) 15 кВт .

4. Для проверки по нагреву предварительно выбранного двигателя постоянного тока независимого возбуждения, работающего с переменной нагрузкой, регулирование угловой скорости вращения в котором осуществляется ослаблением его магнитного потока, следует воспользоваться методом:

- 1) эквивалентного момента;
- 2) эквивалентной мощности;
- 3) средних потерь.

5. Как повлияет на потери при пуске короткозамкнутого асинхронного двигателя вхолостую снижение питающего напряжения?

- 1) Потери уменьшатся;
- 2) Потери увеличатся.
- 3) Мало данных;

6. С уменьшением номинальной мощности асинхронного двигателя при одной и той же номинальной угловой скорости вращения КПД двигателя:

- 1) возрастает;
- 2) остается неизменным;
- 3) уменьшается;
- 4) мало данных.

7. Величина магнитного поля двигателя постоянного тока зависит:

- 1) от тока якоря I_a
- 2) от угловой скорости вращения якоря ω
- 3) от тока возбуждения I_v .

8. При выборе оборудования электропривода мощность преобразователя должна быть...

- 1) равной мощности электродвигателя
- 2) большей мощности чем выбранный электродвигатель.
- 3) меньшей мощности чем выбранный электродвигатель.

9. Причиной возникновения динамического момента в системе привода является:

- 1) малая угловая скорость вращения якоря (ротора) двигателя;

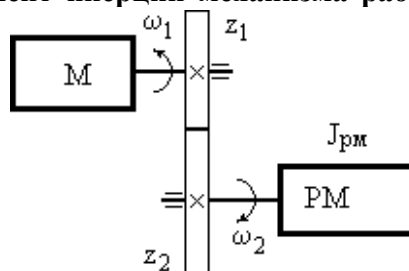
- 2) равенство моментов двигателя M и сопротивления M_c ;
- 3) большая угловая скорость вращения якоря (ротора) двигателя;
- 4) неравенство моментов двигателя M и сопротивления M_c .

10. Какое из следующих определений синхронного компенсатора является верным?

- а) синхронный двигатель, работающий в режиме холостого хода без нагрузки на валу.
- б) асинхронный двигатель, работающий в режиме холостого хода без нагрузки на валу;
- в) набор батарей статических конденсаторов с элементами системы управления.

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Параметры кинематической схемы механической части электропривода $z_1 = 10$, $z_2 = 20$, $J_{PM} = 20 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$. Необходимо определить момент инерции механизма рабочей машины, приведенный к валу электродвигателя.



2. Как изменится пусковой момент двигателя при понижении напряжения в сети на 20%?

3. Жесткость вала $C_i = 100000 \text{ Нм}$, передаточное число редуктора $i = 40$. Определить приведенную к валу двигателя жесткость C_i .

4. Жесткость каната $C_j = 16000 \text{ Нм}$, радиус приведения $r_{1j} = 0.01 \text{ м}$. Определить значение жесткости, приведенное к валу двигателя.

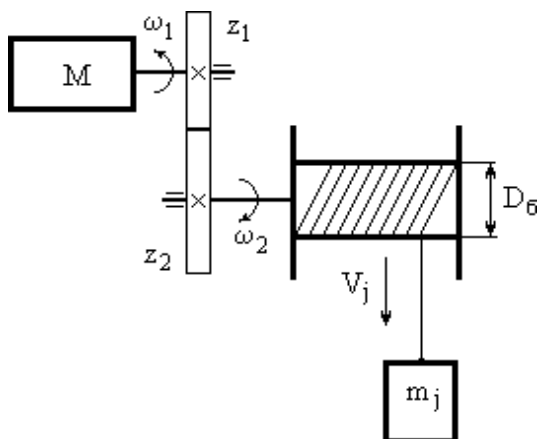
5. Асинхронный двигатель ($P_n = 5,5 \text{ кВт}$; $\omega_0 = 1500 \text{ об/мин}$) имеет кратковременные перегрузки, равные $1,7 \text{ Нм}$. Опрокинется ли двигатель при понижении напряжения в сети на 20%, если $m_k = 2,2$?

6. Исследуемый механизм состоит из двигателя, редуктора с передаточным числом $i = 10$ и барабана, поднимающего или опускающего груз. Общий КПД механизма $\eta = 0.5$, момент исполнительного органа $M_{ио} = 1000 \text{ Нм}$. Необходимо определить статический момент M_c при подъеме и при спуске груза, приведенный к валу электродвигателя.

7. При диагностике электродвигателя были измерены сопротивления фазных обмоток постоянному току. В результате измерения были получены следующие значения $R_A = 20 \text{ Ом}$; $R_B = 19,8 \text{ Ом}$; $R_C = 19,9 \text{ Ом}$. Паспортное значение сопротивления фазной обмотки постоянному току равно 20 Ом . Сделать вывод о состоянии фазных обмоток электрических машин.

8. Кинематическая схема механизма подъема груза показана на рисунке (см.ниже). Параметры – $z_1 = 10$; $z_2 = 20$; $R_6 = 0.3 \text{ м}$. Определить угловую скорость вращения барабана и скорость движения груза, если известно, что электродвигатель вращается со скоростью $n_1 = 500 \text{ об/мин}$.

9. Кинематика механизма аналогична предыдущей схеме (см.ниже).. Момент на валу барабана $M_i = 1000 \text{ Нм}$, передаточное число редуктора $i_p = 40$. Определить приведенный к валу двигателя момент M_i .



10. Определить установившееся превышение температуры электродвигателя, работающего в номинальном режиме. Мощность электродвигателя - 1,1 кВт, номинальный КПД=0,89, теплоотдача 1,5 Вт/°С.

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Термины и понятия надежности систем управления и автоматических устройств.
2. Используемые обозначения в курсе «Надежность и эксплуатация электроприводов».
3. Основные понятия, используемые в курсе «Надежность и эксплуатация систем управления» и краткие сведения из теории вероятности.
4. Математическое определение основных показателей надежности невосстанавливаемых устройств.
5. Методы расчета надежности резервированной аппаратуры систем автоматического управления.
6. Структурное резервирование, информационное, временное резервирование.
7. Структурное резервирование без восстановления. Нагруженный резерв: включение постоянного резерва, включение резерва замещением.
8. Структурное резервирование без восстановления. Случай ненагруженного резерва, включение резерва замещением.
9. Структурное резервирование без восстановления. Случай нагруженного резерва, резервирование с дробной кратностью.
10. Структурное резервирование без восстановления. Случай ненагруженного резерва, резервирование с дробной кратностью.
11. Структурное резервирование без восстановления. Комбинированный резерв.
12. Анализ надежности дублированной группы с учетом различного характера отказов устройств при постоянном нагруженном резерве.
13. Резервирование электрорадиоэлементов с учетом возможности их коротких замыканий и обрывов.
14. Расчет надежности систем управления методом обобщенного параметра.
15. Расчет надежности систем управления с помощью логарифмических амплитудно-фазовых характеристик.
16. Расчет надежности систем управления методом обобщенного параметра при осреднении коэффициентов влияния.

17. Методы и средства улучшения характеристик надежности систем управления, автоматических устройств и элементов программно-аппаратных и программно-технических комплексов управления.

18. Характеристики надежности автоматически резервированных систем.

19. Методы и средства улучшения характеристик надежности систем автоматического управления при различных условиях эксплуатации.

20. Характеристики надежности автоматически резервированных систем.

21. Особенности эксплуатации систем управления, автоматических устройств и элементов программно-аппаратных и программно-технических комплексов управления.

22. Методы технического диагностирования систем управления, автоматических устройств и элементов программно-аппаратных и программно-технических комплексов управления.

23. Методологические основы технической диагностики.

24. Характеристики математических моделей линейных непрерывных систем автоматического управления при оценке их надежности.

25. Характеристики математических моделей дискретных систем автоматического управления при оценке их уровня надежности.

26. Методы организации поиска отказавших элементов систем управления, автоматических устройств и элементов программно-аппаратных и программно-технических комплексов управления при основном соединении элементов.

27. Принцип детерминированности в организации поиска дефекта систем управления, автоматических устройств и элементов программно-аппаратных и программно-технических комплексов управления..

28. Оптимизация программ поиска дефекта систем управления, автоматических устройств и элементов программно-аппаратных и программно-технических комплексов управления с использованием принципа приведенной вероятности.

29. Влияние периодичности диагностических циклов на показатели надежности восстанавливаемых систем управления.

30. Особенности влияния систем диагностирования на показатели надежности систем управления, автоматических устройств и элементов программно-аппаратных и программно-технических комплексов управления.

7.2.5 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

Не предусмотрено учебным планом

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Экзамен проводится по билетам, каждый из которых содержит 1 вопрос и задачу. Правильность и полнота ответа на вопрос оценивается до 14 баллов, задача оценивается в 6 баллов (3 балла за верное решение и 3 балла за верный

ответ). Максимальное количество набранных баллов – 20.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 6 баллов.

2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 6 до 10 баллов.

3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 11 до 15 баллов.

4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 16 до 20 баллов.)

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Основные понятия и определения теории надежности электроприводов	ПК-1, ПК-2	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата
2	Методы обеспечения надежности систем управления электроприводов	ПК-1, ПК-2	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата
3	Основы технического диагностирования и эксплуатации систем управления электроприводов	ПК-1, ПК-2	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Половко, А. М. Основы теории надежности: учебное пособие для вузов / А. М. Половко, С. В. Гуров. - 2-е изд., перераб. и доп. - Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2006. - 704 с.

2. Половко, А. М. Основы теории надежности: практикум: практикум / А. М. Половко, С. В. Гуров. - Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2006. - 560 с. - Библиогр.: с.559.

3. Винокуров, С.А. Надежность и эксплуатация систем автоматического управления: Конспект лекций: Конспект лекций. - Воронеж : ВГТУ, 2002. - 132 с.

4. Филин, Ю. И. Надежность технических систем : учебно-методическое пособие / Ю. И. Филин, С. А. Феськов. — Брянск : Брянский государственный аграрный университет, 2025. — 40 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/156422.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей

5. Ильин, М. Е. Основы теории надёжности : учебное пособие / М. Е. Ильин. — Рязань : Рязанский государственный радиотехнический университет, 2020. — 112 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/121814.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей

6. Михайлов, В. С. Смещённые оценки в теории надёжности : монография / В. С. Михайлов. — Киров : Межрегиональный центр инновационных технологий в образовании, 2022. — 185 с. — ISBN 978-5-907623-24-8. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/125351.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

8.2.1 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения:

Лицензионное программное обеспечение

1. Windows Professional 8.1 Single Upgrade MVL A Each Academic;
2. «MATLAB Classroom new Product From 10 to 24 Group Licenses (per License;
3. Simulink Classroom new Product From 10 to 24 Group Licenses (per License;
4. MathWorks SMS - Software Maintenance Service (per year)

Свободно распространяемое и бесплатное программное обеспечение

1. Adobe Acrobat Reader
2. FreeMat
3. OpenOffice
4. STDU Viewer
5. Google Chrome
6. Paint.NET

8.2.2 Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. Образовательный портал ВГТУ: <https://old.education.cchgeu.ru/>
2. Электронная библиотека ВГТУ: <https://bibl.cchgeu.ru/catalog/>
3. Электронно-библиотечная система IPR SMART:
<https://www.iprbookshop.ru/>
4. Электронно-библиотечная система «Лань»: <https://e.lanbook.com/>
5. Научная электронная библиотека: www.elibrary.ru
6. Информационно-справочная система ВГТУ:
<https://wiki.cchgeu.ru/>
7. Федеральный институт промышленной собственности.
Информационно-поисковая система
<https://www1.fips.ru/elektronnye-servisy/informatsionno-poiskovaya-sistema/>
8. ГОСТ Эксперт – единая база ГОСТов РФ <https://gostexpert.ru/>
9. Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации <https://docs.cntd.ru/>
10. НЭБ – Национальная электронная библиотека <https://rusneb.ru/>
11. КиберЛенинка <https://cyberleninka.ru/>
12. Сайт Marketelectro Рынок электротехники- отраслевой портал:
Информация о компаниях и выставках, статьи, объявления
<https://marketelectro.ru/>

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Реализация дисциплины требует наличия учебной аудитории для проведения лекционных занятий.

Оборудование аудитории: комплект учебной мебели:

- рабочее место преподавателя (стол, стул);
- рабочие места обучающихся (столы, стулья).

Технические средства обучения:

- проектор;
- экран.

Переносное техническое оборудование:

– переносной компьютер.

Для проведения лабораторных работ используется учебная аудитория.

Оборудование аудитории:

комплект учебной мебели:

– рабочее место преподавателя (стол, стул);

– рабочие места обучающихся (столы, стулья).

Технические средства обучения:

– персональные компьютеры в сборе;

– лабораторные стенды.

Помещение для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду вуза.

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Надежность и эксплуатация электроприводов» читаются лекции, проводятся лабораторные работы.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.

Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоения учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед зачетом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответствен- ной за реализацию ОПОП
1	Актуализированы разделы 8.1, 8.2 пункта 8, а именно «Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины», «Лицензионное программное обеспечение», «Свободно-распространяемое и бесплатное программное обеспечение», «Современные профессиональные базы данных». Актуализирован пункт 9 «Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса»	31.08.2025	