

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

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета энергетики и систем
управления Бурковский А.В.
«25» ноября 2022 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины

«Испытания и надежность электрических машин»

Направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Профиль Электромеханика

Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2023

Автор программы

/Титова Л.Н./

И.о. заведующего кафедрой
Электромеханических
систем и электроснабжения

/Шелякин В.П./

Руководитель ОПОП

/Тикунов А.В./

Воронеж 2022

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

изучение методов испытаний электрических машин и теоретических вопросов расчета надежности в электромеханике и сложных электромеханических системах, а также методов обеспечения надежности электрических машин при их изготовлении и эксплуатации

1.2. Задачи освоения дисциплины

Изучение общих сведений об испытании электромеханических устройств; освоение классификации испытаний; приобретение навыков в измерении электрических и неэлектрических величин при испытании электромеханических устройств; приобретение основных понятий и методов расчета надежности электромеханических систем; ознакомиться с методами экспериментальной оценки надежности узлов электрических машин; получить практические навыки по обеспечению надежности электрических машин при их изготовлении и эксплуатации.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Испытания и надежность электрических машин» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Испытания и надежность электрических машин» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-2 - Способен выполнять подготовку элементов документации, проектов планов и программ проведения отдельных этапов работ

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-2	знать - правила и методы проведения испытаний; – показатели надежности и методы экспериментальной оценки надежности;
	уметь - планировать и проводить испытания электрических машин в соответствии с технической документацией; – учитывать вопросы надежности на этапе проектирования электрических машин; – составлять техническую документацию определительных и контрольных испытаний на надежность;
	владеть - навыками проведения стандартных испытаний электрических машин в соответствии с технической документацией – методами оценки эксплуатационной надежности электрических машин.

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Испытания и надежность электрических машин» составляет 6 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры	
		7	8
Аудиторные занятия (всего)	96	36	60
В том числе:			
Лекции	42	18	24
Практические занятия (ПЗ)	42	18	24
Лабораторные работы (ЛР)	12	-	12
Самостоятельная работа	120	36	84
Виды промежуточной аттестации - зачет с оценкой	+	+	+
Общая трудоемкость:			
академические часы	216	72	144
зач.ед.	6	2	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	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Виды и характеристика испытаний электрических машин.	Цель и задачи дисциплины. Общие сведения об испытаниях электрических машин. Краткая история развития дисциплины. Современные методы испытаний. Общие вопросы надежности. Виды и краткая характеристика испытаний электрических машин и трансформаторов. Документы, определяющие состав и методы испытаний. Классификация испытаний по способам их выполнения. Метрологическое обеспечение испытаний. Техника безопасности при испытаниях. Программа приемочных и приемо-сдаточных испытаний. Нормы и методы испытаний новых машин.	6	6	-	12	24

2	Испытания по определению электрических величин.	Измерение сопротивления обмотки и электрической мощности. Измерение сопротивления изоляции и испытание изоляции на электрическую прочность повышенным напряжением. Испытание изоляции обмоток относительно корпуса. Испытание межвитковой изоляции обмоток. Определение коэффициента полезного действия.	6	6	4	12	28
3	Испытания по определению неэлектрических величин	Методы измерения температуры. Режимы испытания на нагревание. Пределы допускаемых превышений температуры. Характеристика датчиков температуры. Особенности измерения температуры вращающихся частей электрических машин. Измерение частоты вращения. Способы измерения угла нагрузки синхронных машин. Измерение механического момента на валу. Измерение вибрации и уровня шума. Измерение момента инерции вращающихся частей электрических машин. Испытание при повышенной частоте вращения.	6	6	4	12	28
4	Надежность электрических машин	"Кривая жизни" изделия. Надежность машин постоянного тока. Анализ объекта исследования. Статистика отказов и анализ повреждаемости. Надежность коллекторно-щеточного узла. Математические модели надежности обмоток. Законы распределения приложенного напряжения и диэлектрической прочности изоляции обмоток. Оценка долговечности обмоток.	8	8	-	24	40

		Надежность синхронных машин. Анализ объекта исследования. Особенность получения статистических данных об отказах синхронных машин. Повреждения основных узлов синхронных машин. Расчет надежности.					
5	Методы экспериментальной оценки надежности.	Определительные испытания на надежность. Контрольные испытания на надежность. Метод последовательного анализа. Ускоренные испытания: определение коэффициента ускорения, факторы форсировки, планирование испытаний, интерпретация результатов. Испытательное оборудование. Статистическая обработка данных эксплуатации и оценка законов распределения отказов. Диагностика и прогнозирование надежности. Планирование эксперимента при решении задач надежности ЭМ. Технические методы реализации эксперимента. Планирование, проведение и обработка результатов испытаний в условиях ограниченного объема эксперимента. Физические и математические модели.	8	8	4	30	50
6	Обеспечение надежности электрических машин при изготовлении и эксплуатации	Входной контроль. Контроль технологического процесса обмотки и пропитки, контроль размеров деталей. Системы управления надежностью. Эксплуатационная надежность. Защита электрических машин от аварийных и аномальных режимов работы. Проблема диагностики при эксплуатации.	8	8	-	30	46

		Математические модели эксплуатационной надежности электрических машин.					
Итого			42	42	12	120	216

5.2 Перечень лабораторных работ

Испытание двигателя постоянного тока с возбуждением от постоянного магнита.

Исследование методов испытания электрических машин на нагрев.

Исследование способов измерения момента инерции вращающихся частей электрических машин.

Определение области безыскровой работы электрических машин постоянного тока.

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-2	знать - правила и методы проведения испытаний; — показатели надежности и методы экспериментальной оценки надежности;	Активная работа на практических занятиях, отвечает на теоретические вопросы	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь - планировать и проводить испытания электрических машин в соответствии с технической документацией; — учитывать вопросы надежности на этапе проектирования электрических машин; — составлять	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

	техническую документацию определительных и контрольных испытаний на надежность;			
	владеть - навыками проведения стандартных испытаний электрических машин в соответствии с технической документацией – методами оценки эксплуатационной надежности электрических машин.	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 7, 8 семестре для очной формы обучения по четырехбалльной системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ПК-2	знать - правила и методы проведения испытаний; – показатели надежности и методы экспериментальной оценки надежности;	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь - планировать и проводить испытания электрических машин в соответствии с технической документацией; – учитывать вопросы надежности на этапе проектирования электрических машин; – составлять техническую документацию определительных и	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	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

	контрольных испытаний на надежность;					
	владеть - навыками проведения стандартных испытаний электрических машин в соответствии с технической документацией – методами оценки эксплуатационной надежности электрических машин.	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	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

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. Состояние изделия, при котором оно способно выполнять заданные функции (с параметрами, установленными в технической документации) это:

A) долговечность;

B) работоспособность;

C) сохраняемость;

D) безотказность;

E) исправность.

2. Событие, заключающееся в потере работоспособности, будет называться

A) предельным состоянием;

B) дефектом;

C) отказом;

D) износом;

E) правильный ответ отсутствует.

3. Нарботка от начала эксплуатации объекта до наступления его предельного состояния это:

A) межремонтный ресурс;

B) полный ресурс;

C) эксплуатационный ресурс;

D) срок эксплуатации;

E) правильный ответ отсутствует.

4. Существуют следующие методы измерения величины износа:

A) диагностический, параметрический;

B) технический, экономический, технологический;

C) технологический, диагностический;

D) интегральный, микрометража;

E) дифференциальный, технологический.

5. В каком из приведенных планов испытаний отказавшие изделия не заменяются, а испытания ведутся до определенной наработки:

A) NVt

- B) NVN
- C) NRT
- D) NRr
- E) NVT

6. Какие методы испытаний машин на надежность дают наиболее достоверные результаты:

- A) стендовые испытания;
- B) эксплуатационные;
- C) полигонные;
- D) ускоренные;
- E) форсированные.

7. Состояние объекта, при котором он соответствует требованиям установленным технической документацией - это:

- A) работоспособность;
- B) исправность;
- C) функциональность;
- D) ремонтпригодность;
- E) неисправность.

8. Поверхностное разрушение металла детали вследствие его окисления - это

- A) изнашивание;
- B) усталостное разрушение;
- C) электроэрозия;
- D) варьирование;
- E) коррозия.

9. К химико- термической обработке относятся:

- A) механическая обработка;
- B) чистовое выглаживание
- C) гальванопокрытия;
- D) цианирование;
- E) наклеп.

10. Существуют следующие виды установочных баз

- A) технические и допустимые;
- B) предельные и допустимые;
- C) конструкторские, технологические и измерительные;
- D) технические, конструкционные и сборочные;
- E) простые и сложные.

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

Задача 1. В результате статистического исследования надежности синхронных генераторов типа ЕС мощностью до 100 кВт получены данные. Распределение отказов по основным узлам машины следующие: обмотка ротора – 26, обмотка статора – 22, блок регулирования напряжения – 188, подшипниковый узел – 21, контактно-щеточный узел – 72. Определить статистическую вероятность отказа каждого из перечисленных узлов.

Решение. Общее число зафиксированных отказов

$$n=26+22+188+21+72=329.$$

Статистическая вероятность отказов соответственно:

$$\text{Обмотка ротора } P_p^* = \frac{26}{329} = 0,079;$$

$$\text{Обмотка статора } P_c^* = \frac{22}{329} = 0,0669;$$

$$\text{Блока регулирования напряжения } P_n^* = \frac{188}{329} = 0,5714;$$

$$\text{Подшипникового узла } P_{\Pi}^* = \frac{21}{329} = 0,0638;$$

Контактно-щеточного узла $P_k^* = \frac{72}{329} = 0,2189$;

Здесь $\sum P_i = 1$

Задача 2. Испытывается каждая из 15 машин. Вероятность того, что секция выдержит испытания, равна 0,9. Найти наивероятнейшее число секций, которые выдержат испытания.

Решение. По условию $n=15$; $p=0,9$; $q=0,1$.

Получим $13,5 \leq k_0 < 14,4$. Отсюда $k_0 = 14$.

Задача 3. В щеточном узле 10 щеток. Узел считается работоспособным, если пригодны не менее 9 щеток. Какова вероятность безотказной работы щеточного узла, если вероятность безотказной работы щетки за время t равна 0,9?

Решение. Щеточный узел работоспособен, если работоспособны все 10 щеток из 10 - $P_{10,10}$ и 9 щеток из 10 - $P_{9,10}$. Тогда в соответствии с теоремой сложения вероятностей

$$P = P_{10,10} + P_{9,10} = \frac{10!}{10! 0!} 0,9^{10} \cdot 0,1^0 + \frac{10!}{9! 1!} 0,9^9 \cdot 0,1^1 = 0,7361.$$

Примечание: $0!=1$.

Задача 4. На завод поступила партия подшипников из 100 000 шт. Вероятность того, что подшипник бракованный, равна 0,0001.

Найти вероятность того, что в партии будет ровно 5 бракованных подшипников.

Решение. По условию $n=100\,000$, $p=0,0001$, $k=5$. События независимы, число n велико, а вероятность p мала, поэтому следует использовать распределение Пуассона.

Найдем $\lambda = np = 100\,000 \cdot 0,0001 = 10$. Отсюда

$$P_{5,100\,000} = \frac{10^5 e^{-10}}{5!} = 0,0375.$$

Задача 5. Производится измерение воздушного зазора АД без систематических (одного знака) погрешностей. Случайные погрешности измерения Δ подчинены нормальному закону со среднеквадратическим отклонением $\sigma = 0,1$ мм.

Найти вероятность того, что измерения будут произведены с погрешностью, не превышающей по абсолютному значению 0,15 мм.

Решение. Математическое ожидание случайных погрешностей равно нулю, поэтому $P(|\Delta| < 0,15) = 2\Phi(0,15/0,1) = 2\Phi(1,5)$.

По таблице находим $\Phi(1,5) = 0,4332$. Отсюда искомая вероятность $P(|\Delta| < 0,15) = 0,8664$.

Задача 6. Интенсивность отказов системы управления электромеханического устройства $\lambda = 1,0 \cdot 10^{-4}$ ч⁻¹, а среднее время восстановления составляет 100 ч. Вычислить коэффициент готовности и вынужденного простоя.

Решение. Средняя наработка до отказа $T_{cp} = 1/\lambda = 10\,000$ ч. Отсюда коэффициенты:

$$K_r = \frac{10\,000}{10\,000 + 100} = 0,99;$$

$k_n = 1 - 0,99 = 0,01$.

Задача 7. В энергосистеме при превышении тока нагрузки на 30% выключатель отключает генератор. Надежность срабатывания выключателя $P_e = 0,98$.

Как обеспечить вероятность размыкания цепи не менее $P = 0,999$?

Решение. Для обеспечения заданной надежности необходимо включить последовательно M выключателей. Включенные последовательно выключатели дублируют один другого на выключение, поэтому структурная схема надежности представляет собой последовательное соединение элементов.

Используя формулу для последовательно соединенных элементов и учитывая, что число выключателей не может быть дробной, получаем, что $M=2$, т.е. необходимо два последовательно соединенных выключателя. При этом вероятность аварийного размыкания цепи будет равна 0,9996.

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

Пересчитать обмотку статора трехфазного асинхронного электродвигателя при ремонте на:

- a) новое напряжение U_2 при сохранении прежней частоты вращения n ;
- b) новую частоту вращения n_2 при сохранении прежней величины питающего напряжения.

При пересчете следует определить:

- 1) новое число проводников в пазу;
- 2) число витков в фазе;
- 3) сечение и диаметр обмоточного провода.

Выбрать марку провода, стандартное сечение и диаметр провода в изоляции, проверить возможность размещения витков катушки в пазу.

Кроме того, при решении п. b) проверить:

- соответствие чисел пазов на статоре и роторе при новом числе полюсов;
- допустимость величины индукции в воздушном зазоре и спинке статора;
- определить шаг новой обмотки.

Задание по вариантам.

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету с оценкой

1. Виды и краткая характеристика испытаний электрических машин.
2. Режимы испытаний на нагревание.
3. Документы, определяющие состав и методы испытаний.
4. Пределы допускаемых превышений температуры.
5. Классификация испытаний по способам их выполнения.
6. Методы измерения температуры.
7. Метрологическое обеспечение испытаний.
8. Классификация помещений с электроустановками.
9. Техника безопасности при испытаниях.
10. Измерение сопротивлений обмоток и электрической мощности.
11. Оценка степени искрения.
12. Измерение сопротивления обмотки якоря машин постоянного тока.
13. Виды и причины износа электрических машин.
14. Измерение сопротивления изоляции и испытание изоляции на электрическую прочность.
15. Неисправности электрических машин.
16. Испытание изоляции обмоток относительно корпуса.
17. Определение нагрузочной и U-образной характеристик синхронных машин.
18. Методы определения коэффициента полезного действия.
19. Определение номинального тока возбуждения.
20. Методы измерения температуры.
21. Определение коэффициента трансформации асинхронных двигателей.
22. Измерение скольжения асинхронных двигателей.
23. Определение рабочих характеристик асинхронного двигателя.
24. Измерение частоты вращения.
25. Опыт холостого хода асинхронных машин.
26. Предремонтные испытания электрических машин.

27. Способы измерения угла нагрузки синхронных машин.
28. Опыт короткого замыкания асинхронных машин.
29. Измерение механического момента на валу.
30. Измерение момента инерции вращающихся частей электрических машин.
31. Определение вращающих моментов в процессе пуска.
32. Статистика отходов и анализ повреждаемости электрических машин.
33. Определение потерь и коэффициента полезного действия в режиме генератора.
34. Определение потерь и коэффициента полезного действия в режиме двигателя.
35. Проверка правильности маркировки выводных концов обмоток.
36. Проверка правильности соединения схемы и наличия вращающегося поля.
37. Шум и вибрации электрических машин.
38. Измерение вибрации и уровня шума.
39. Проблемы надёжности и её значение для современной техники.
40. Обеспечение надёжности электрических машин.
41. Критерии работоспособности и критерии отказов.
42. Надёжность машин постоянного тока.
43. Надёжность машин переменного тока.
44. Контрольные испытания на надёжность.
45. Ускоренные испытания: определение коэффициента ускорения, факторы форсировки, планирование испытаний, интерпретация результатов.
46. Статистическая обработка данных эксплуатации и оценка законов распределения отказов.
47. Диагностика и прогнозирование надёжности.
48. Эксплуатационная надёжность.
49. Защита электрических машин от аварийных и аномальных режимов работы.
50. Математические модели эксплуатационной надёжности электрических машин.
51. Планирование эксперимента при решении задач надёжности электромеханических систем.
52. Планирование, проведение и обработка результатов испытаний в условиях ограниченного объема эксперимента.
53. Физические и математические модели.

7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену

Не предусмотрено учебным планом

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Зачет с оценкой проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов и задачу. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом, задача оценивается в 10 баллов (5 баллов верное решение и 5 баллов 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	Виды и характеристика испытаний электрических машин.	ПК-2	Тест
2	Испытания по определению электрических величин.	ПК-2	Тест, защита лабораторных работ
3	Испытания по определению неэлектрических величин	ПК-2	Тест, защита лабораторных работ
4	Надежность электрических машин	ПК-2	Тест
5	Методы экспериментальной оценки надежности.	ПК-2	Тест, защита лабораторных работ
6	Обеспечение надежности электрических машин при изготовлении и эксплуатации	ПК-2	Тест

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. Волчихин В.И. Испытания, эксплуатация и ремонт электрических машин : учеб. пособие / В.И.Волчихин. - Воронеж: Кварта, 2004. - 120 с. - (Учебная серия "Открытое образование").
2. Гольдберг О.Д. Испытания электрических машин : Учеб. пособие / О.Д. Гольдберг. - 2-е изд., испр. - М. : Высш. шк., 2000. - 255 с.
3. Зубарев, Ю. М. Технологическое обеспечение надежности эксплуатации машин [Электронный ресурс] / Зубарев Ю. М., - 1-е изд. - : Лань, 2016. - 320 с. - Книга из коллекции Лань - Инженерно-технические науки. - ISBN 978-5-8114-2100-8. URL:

<https://e.lanbook.com/book/90008>

4. Зубарев, Ю. М. Основы надежности машин и сложных систем [Электронный ресурс] / Зубарев Ю. М., - 1-е изд. - : Лань, 2017. - 180 с. - Книга из коллекции Лань - Инженерно-технические науки. - ISBN 978-5-8114-2328-6. URL: <https://e.lanbook.com/book/91074>

5. Исследование методов испытаний электрических машин: методические указания к выполнению лабораторных и практических работ / ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»; сост.: Л. Н. Титова. - Воронеж: Изд-во ВГТУ, 2021. - 29 с.

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 Программное обеспечение

- Windows Professional 8.1 (7 и 8) Single Upgrade MVL A Each Academic
- Компас-График LT;
- AutoCAD
- OpenOffice;
- Adobe Acrobat Reader
- Internet explorer;
- SMath Studio;
- SCPlab;

8.2.2 Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

- Российское образование. Федеральный портал. <http://www.edu.ru/>
- Образовательный портал ВГТУ <https://education.cchgeu.ru/>

8.2.3 Информационные справочные системы

- <http://window.edu.ru>
- <https://wiki.cchgeu.ru/>

8.2.4 Современные профессиональные базы данных

- Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации.

URL: <http://docs.cntd.ru>

- Единая система конструкторской документации. URL:

https://standartgost.ru/0/2871-edinaya_sistema_konstruktorskoy_dokumentatsii

- Федеральный институт промышленной собственности.

Информационно-поисковая система. URL: www1.fips.ru

- Национальная электронная библиотека. URL: elibrary.ru

– Electrical 4U. Разделы сайта: «Машины постоянного тока», «Трансформаторы», «Электротехника», «Справочник». Адрес ресурса: <https://www.electrical4u.com/>

- All about circuits. Одно из самых крупных онлайн-сообществ в области электротехники. На сайте размещены статьи, форум, учебные материалы (учебные пособия, видеолекции, разработки, вебинары) и другая информация. Адрес ресурса: <https://www.allaboutcircuits.com>
- Netelectro. Новости электротехники, оборудование и средства автоматизации. Информация о компаниях и выставках, статьи, объявления.

Адрес ресурса: <https://netelectro.ru/>

– Marketelectro. Отраслевой электротехнический портал. Представлены новости отрасли и компаний, объявления, статьи, информация о мероприятиях, фотогалерея, видеоматериалы, нормативы и стандарты, библиотека, электромаркетинг.

Адрес ресурса: <https://marketelectro.ru/>

– Чертежи.ru Адрес ресурса: <https://chertezhi.ru/>

– Библиотека Адрес ресурса: WWER <http://lib.wwer.ru/>

– Каталог электротехнического оборудования. URL: <https://electro.mashinform.ru/>;

– Электродвигатели. <http://www.elecab.ru/dvig.shtml>

– Справочник: Электродвигатели АИР URL: http://www.mgrupp.com.ua/doc/dict_13.html

– Подбор электродвигателя URL: http://www.электродвигатель.net/search_engine.php

– Технический каталог электродвигателей. URL: https://www.edsmask.ru/index.php?site_page=motors

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Лекционная аудитория, оснащенная видеопроектором, лаборатория для проведения лабораторных работ, оснащенная стендами для проведения испытаний электрических машин постоянного и переменного тока на базе филиала кафедры ООО «РИФ».

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

По дисциплине «Испытания и надежность электрических машин» читаются лекции, проводятся практические занятия и лабораторные работы.

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

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков расчета надежности электрических машин. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

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.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение

	расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
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 начинаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед зачетом с оценкой, зачетом с оценкой три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.