

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«Владимирский государственный университет**  
**имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»**  
(ВлГУ)

**Институт машиностроения и автомобильного транспорта**

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института

А.И. Елкин

20 21 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Эксплуатационная надежность электрооборудования**

Направление подготовки/ специальность

13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника

Направленность (профиль) подготовки

**Электрическое и электронное оборудование автомобилей и тракторов**

г. Владимир

Год  
2020

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель преподавания дисциплины** – изучение современных методов повышения надежности электрооборудования современных автомобилей и тракторов

**Основная задача дисциплины** – дать будущему специалисту знания по эксплуатационной надежности электрооборудования автомобилей и тракторов в объеме, достаточном для выполнения профессиональной деятельности.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Эксплуатационная надежность электрооборудования» относится к вариативной части блока дисциплин ОПОП бакалавриата по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника».

Изучение дисциплины базируется на ранее полученных знаниях по курсам «Физика», «Математика», «Начертательная геометрия и черчение», «Теоретические основы электротехники», «Электротехническое и конструкционное материаловедение», «Общая энергетика», «Электрические и электронные аппараты», «Электрические машины», «Устройство и работа силовых агрегатов», «Системы электроники и автоматики», «Испытания электрооборудования автомобилей и тракторов».

Изучение дисциплины базируется на ранее полученных знаниях по основным физическим явлениям и законам механики, физики, теплотехники и их математическому описанию, теоретическим основам электротехники, основным понятиям и законам электромагнитного поля, теории электрических и магнитных цепей, физическим основам электроники.

Изучение курса необходимо для освоения следующих дисциплин:

«Эксплуатация и ремонт электрооборудования автомобилей и тракторов», «Системы электронного управления автомобильными двигателями», «Испытания электрооборудования автомобилей и тракторов».

Изучение курса необходимо для подготовки к выполнению выпускной квалификационной работы.

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	
ПК4. Способен участвовать в экспериментальных исследованиях с использованием автоматизированных	ПК-4.1. Знает, как проводить экспериментальные исследования с использованием стандартных и специализированных автоматизированных программ регистра-	Знает конкретные методики проведения испытаний электрооборудования автомобилей и тракторов на надежность. Умеет применять методы анализа и моделирования,	Курсовая работа

систем регистрации и обработки информации	ции и обработки информации. ПК-4.2. Умеет выполнять экспериментальные исследования на базе автоматизированных систем регистрации и обработки информации. ПК-4.3. Владеет навыками пользователя стандартных и специализированных пакетов прикладных программ по обработке результатов исследований.	теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач. Владеет современными методами прогнозирования надежности электрооборудования	
---	--	--	--

#### 4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 часов

#### Тематический план форма обучения – очная

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия <sup>1</sup>	Лабораторные работы	в форме практической подготовки <sup>2</sup>		
1.	Основы теории надежности электрических систем	8	1	2			2	6	
2.	Свойства и показатели надежности элементов электрооборудования	8	2 3	4	3		2	6	Рейтинг-контроль №1
3.	Причины нарушения работоспособности изделий и систем электрооборудования	8	4	2			2	6	
4.	Математические основы надежности	8	5 6	4	2		3	8	Рейтинг-контроль №2

<sup>1</sup> Распределение общего числа часов, указанных на практические занятия в УП, с учетом часов на КП/КР

5.	Системы управления надежностью. Методы обеспечения надежности.	8	7	2	2		2	6	
6.	Прогнозирование надежности изделий и систем электрооборудования.		8	2	2		2	6	
7.	Испытания на надежность.	8	9	2			2	7	Рейтинг-контроль №3
	Наличие в дисциплине КР								кр
	Итого по дисциплине: 144			18	9			45	Кр, экз./ 36

### Содержание лекционных занятий по дисциплине

*Раздел № 1.* Основы теории надежности электрических систем.

*Тема 1.* Цели и задачи дисциплины надежность, место и значение курса в подготовке специалистов, связь с другими дисциплинами.

*Содержание темы.* Значение науки о надежности. Основные понятия и термины. Нормативные документы.

*Раздел № 2* Свойства и показатели надежности элементов электрооборудования.

*Тема 1.* Свойства и показатели надежности элементов электрооборудования.

*Содержание темы.* Свойства надежности. Определения безотказности, долговечности, ремонтпригодности и сохраняемости. Показатели безотказности, долговечности, ремонтпригодности и сохраняемости. Комплексные показатели надежности.

*Раздел №3.* Причины нарушения работоспособности изделий и систем электрооборудования.

*Тема 1.* Причины нарушения работоспособности изделий и систем электрооборудования.

*Содержание темы.* Дестабилизирующие факторы, действующие на изделия электрооборудования. Причины нарушения работоспособности изделий и систем электрооборудования и автомобильной электроники. Отказы, виды, классификация.

*Раздел № 4* Математические основы надежности.

*Тема 1.* Математические основы надежности.

*Содержание темы.* Случайные события и величины. Основные теоремы теории вероятности. Законы распределения отказов как случайных величин. Проверка согласия опытного распределения с теоретическим.

*Раздел № 5.* Системы управления надежностью. Методы обеспечения надежности.

*Тема 1.* Методы обеспечения надежности.

*Содержание темы.* Обеспечение надежности при проектировании, производстве и эксплуатации электрооборудования. Схемная надежность.

*Раздел № 6.* Прогнозирование надежности изделий и систем электрооборудования.

*Тема 1.* Прогнозирование надежности изделий и систем электрооборудования.

*Содержание темы.* Методы прогнозирования надежности изделий электрооборудования.

*Раздел № 7.* Испытания на надежность.

*Тема 1.* Виды и методы испытаний на надежность.

<sup>2</sup> Данный пункт включается в рабочую программу только при формировании профессиональных компетенций.

*Содержание темы.* Проблемы испытаний на надежность. Ускоренные испытания на надежность. Статистические методы и планы испытаний на надежность. Методики ускоренных форсированных испытаний на надежность основных изделий АТЭ и АЭ.

### **Содержание практических занятий по дисциплине**

*Раздел № 2.* Свойства и показатели надежности элементов электрооборудования.

*Тема 1.* Свойства и показатели надежности элементов электрооборудования.

*Содержание практических занятий.* Основные показатели надежности технических систем. Определение показателей надежности при незавершенных испытаниях.

*Тема 2.* Показатели безотказности.

*Содержание практических занятий.* Определение показателей безотказности: вероятность отказа, вероятность безотказной работы, интенсивность отказа, поток отказа, плотность вероятности наступления отказа.

*Тема 3.* Показатели долговечности.

*Содержание практических занятий.* Определение показателей долговечности: наработка, срок службы, ресурс, средний сроке службы.

*Тема 4.* Показатели ремонтпригодности.

*Содержание практических занятий.* Определение показателей ремонтпригодности: коэффициент готовности, коэффициент технического использования, комплексные показатели.

*Раздел № 4.* Математические основы надежности.

*Тема 1.* Математические основы надежности.

*Содержание практических занятий.* Использование законов распределения случайных величин при анализе результатов испытаний на надежность.

*Раздел № 5.* Системы управления надежностью. Методы обеспечения надежности.

*Тема 1.* Методы обеспечения надежности.

*Содержание практических занятий.* Надежность систем и резервирование.

*Раздел № 6.* Прогнозирование надежности изделий и систем электрооборудования.

*Тема 1.* Прогнозирование надежности изделий и систем электрооборудования.

*Содержание практических занятий.* Прогнозирование надежности изделий и систем электрооборудования.

## **5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ**

### **5.1 Контрольные вопросы для проведения контроля текущего освоения дисциплины:**

#### **Рейтинг-контроль №1**

1. Основные понятия и определение надежности: надежность, отказ, сбой, дефект, безотказность, ремонтпригодность, долговечность, сохраняемость.
2. Показатели безотказности (наработка, выборка, средняя наработка до первого отказа, частота, плотность вероятности наступления отказа, распределение плотности отказов, вероятность безотказной работы, вероятность наступления отказа, интенсивность отказа).

3. Показатели долговечности (ресурс, средний ресурс,  $\gamma$ -процентный ресурс, назначенный ресурс, гарантийная наработка).
4. Показатели сохраняемости (срок сохраняемости, средний срок сохраняемости,  $\gamma$ -процентный срок сохраняемости).
5. Показатели ремонтпригодности (среднее время восстановления, регламентированный простой, удельная продолжительность обслуживаний и ремонтов, удельная трудоемкость обслуживаний и ремонтов, удельная стоимость обслуживаний и ремонтов).
6. Комплексные показатели надежности (коэффициент готовности, коэффициент технического использования).

### **Рейтинг–контроль № 2**

1. Причины нарушения работоспособности изделий электрооборудования.
2. Виды и периоды изнашивания.
3. Основные показатели износостойкости пар трения (износостойкость, скорость изнашивания, линия износа, удельная скорость изнашивания, удельная износостойкость).
4. Характерные отказы генераторных установок.
5. Виды и методы испытания двигателей на надежность.
6. Ускоренные испытания двигателей.
7. Обработка информации о надежности (среднее арифметическое отклонение, дисперсия, среднее квадратическое отклонение, коэффициент вариации).

### **Рейтинг–контроль №3**

1. Экспотенциальный закон распределения случайных величин.
2. Нормальный закон распределения случайных величин.
3. Закон Вейбула.
4. Конструктивные методы обеспечения надежности.
5. Технологические методы обеспечения надежности.
6. Управление эксплуатационной надежностью.
7. Влияние дорожных и климатических условий на надежность.
8. Влияние эксплуатационных материалов на надежность электрооборудования.
9. Прогнозирование надежности.

## **5.2. Промежуточная аттестация:**

### **Контрольные вопросы для подготовки к экзамену.**

1. Основные понятия и определение надежности: надежность, отказ, сбой, дефект, безотказность, ремонтпригодность, долговечность, сохраняемость.
2. Показатели безотказности (наработка, выборка, средняя наработка до первого отказа, частота, плотность вероятности наступления отказа, распределение плотности отказов, вероятность безотказной работы, вероятность наступления отказа, интенсивность отказа).
3. Показатели долговечности (ресурс, средний ресурс,  $\gamma$ -процентный ресурс, назначенный ресурс, гарантийная наработка).
4. Показатели сохраняемости (срок сохраняемости, средний срок сохраняемости,  $\gamma$ -процентный срок сохраняемости).

5. Показатели ремонтпригодности (среднее время восстановления, регламентированный простой, удельная продолжительность обслуживаний и ремонтов, удельная трудоемкость обслуживаний и ремонтов, удельная стоимость обслуживаний и ремонтов).
6. Комплексные показатели надежности (коэффициент готовности, коэффициент технического использования).
7. Причины нарушения работоспособности изделий электрооборудования.
8. Виды и методы испытания двигателей на надежность.
9. Обработка информации о надежности (среднее арифметическое отклонение, дисперсия, среднее квадратическое отклонение, коэффициент вариации).
10. Экспотенциальный закон распределения случайных величин.
11. Нормальный закон распределения случайных величин.
12. Конструктивные методы обеспечения надежности.
13. Технологические методы обеспечения надежности.
14. Управление эксплуатационной надежностью.

### **5.3 Вопросы для контроля самостоятельной работы студентов**

#### **.6.5.3 Темы курсовой работы по курсу «Эксплуатационная надежность электрооборудования»**

В процессе изучения курса для закрепления материала каждым студентом должна быть оформлена курсовая «Расчет показателей надежности изделий электрооборудования автомобиля».

Предварительно, студент самостоятельно выбирает конкретное изделие электрооборудования легкового или грузового отечественного или зарубежного автомобиля.

Требуется провести:

- ориентировочный расчет надежности, не учитывающий эксплуатационных режимов использования элементов изделия;
- уточненный расчет надежности, учитывающий электрические, тепловые и прочие эксплуатационные режимы элементов изделия.
- анализ полученных результатов.

Примеры тем курсовой работы:

- «Расчет показателей надежности бензонасоса автомобиля ВАЗ 2110»;
- «Расчет показателей надежности электронного блока управления автомобиля ВАЗ – 2114.

Курсовая работа оформляется в виде файла в формате Word. Кроме текстовой части работа должна содержать необходимые таблицы, рисунки и схемы с пояснениями. Ориентировочный объем курсовой работы 10 – 30 листов формата А4, с обязательными ссылками на использованные источники.

**Фонд оценочных средств для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформлен отдельным документом.**

## **6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1. Книгообеспеченность**

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ
		Наличие в электронном каталоге ЭБС
Основная литература*		
1. Надежность механических систем: Учебник/В.А.Зорин - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 380 с. - ISBN 978-5-16-010252-8.	2015	Да
2. Теория надежности. Статистические модели: Учебное пособие/А.В.Антонов, М.С.Никулин, А.М.Никулин и др. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 528 с. - ISBN 978-5-16-010264-1.	2015	Да
3. Надежность электроснабжения [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов / Васильев И.Е. - М. : Издательский дом МЭИ, 2014. - ISBN 978-5-383-00809-6.	2014	Да
Дополнительная литература		
1. Основы теории надежности [Электронный ресурс]: учебное пособие / Афонин В.А. - М.: Издательский дом МЭИ, 2008. - ISBN 978-5-383-00579-8.	2008	Да
2. Надежность технических систем и техногенный риск / Гуськов А.В., Милевский К.Е. - Новосибир.:НГТУ, 2012. - 427 с. - ISBN 978-5-7782-1912-0.	2012	Да
3. Баженов, Юрий Васильевич. Основы теории надежности машин : учебное пособие для вузов по специальностям "Автомобили и автомобильное хозяйство", "Сервис транспортных и технологических машин и оборудования (по отраслям)" / Ю. В. Баженов ; Владимирский государственный университет (ВлГУ).— Владимир : Владимирский государственный университет (ВлГУ), 2006 .— 156 с.	2006	Да

## 6.2. Периодические издания

- журнал «За рулем»;
- журнал «Автомобильная промышленность».

## 6.3. Интернет-ресурсы

1. Электрооборудование автотракторное. Общие технические условия. [Электронный ресурс]. - Режим доступа:[http://www.tehлит.ru/1lib\\_norma\\_doc/43/43704/](http://www.tehлит.ru/1lib_norma_doc/43/43704/), свободный.
2. Автомобильные транспортные средства. Стартеры электрические. Технические требования и методы испытаний. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293815/4293815522.htm>, свободный.
3. Совместимость технических средств электромагнитная. Электрооборудование автомобилей. Помехи от электростатических разрядов. Требования и методы испытаний [Электронный ресурс]. - Режим доступа: [http://www.infosait.ru/Pages\\_gost/43694.htm](http://www.infosait.ru/Pages_gost/43694.htm), свободный.



4. Надежность работы электрооборудования и показатель МТBF. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://leg.co.ua/transformatori/stati/nadezhnost-raboty-elektrooborudovaniya-i-pokazatel-mtbf.html>, свободный.

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Лекционные занятия (ауд.105-4):

- доска, маркер;
- комплект электронных презентаций/слайдов,
- аудитория, оснащенная презентационной техникой (телевизор, экран, компьютер/ноутбук)

2. Практические и лабораторные занятия (ауд.105-4):

- стенд для испытания форсунок;
- стенд для испытания электрооборудования автомобиля Э-250;
- диагностический стенд FSA-740;
- цифровой осциллограф Постоловского;
- стенд для исследования автомобильных стартеров;
- макеты и образцы электрооборудования автомобилей.

Рабочую программу составил  
к.т.н., доцент



А.М. Шарапов

Рецензент

специалист по сертификации АО «Камешковский механический завод», Владимирская область, г. Камешково,  
д.т.н.



А.Р. Кульчицкий

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ТД и ЭУ  
Протокол № 1 от 31.08.21. года  
Заведующий кафедрой



А.Ю. Абаляев

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника

Протокол № 1 от 31.08.21. года

Председатель комиссии  
д.т.н., профессор



А. Н. Гоц

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на 20\_\_\_\_ / 20\_\_\_\_ учебный года

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на 20\_\_\_\_ / 20\_\_\_\_ учебный года

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на 20\_\_\_\_ / 20\_\_\_\_ учебный года

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

**ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ**

в рабочую программу дисциплины

**НАИМЕНОВАНИЕ**

образовательной программы направления подготовки код и наименование ОП, направленность: наименование (указать уровень подготовки)

Номер изменения	Внесены изменения в части/разделы рабочей программы	Исполнитель ФИО	Основание (номер и дата протокола заседания кафедры)
1			
2			

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

*Подпись*

*ФИО*