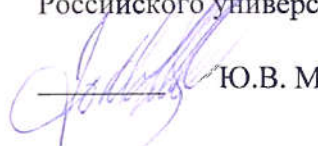


Межгосударственное образовательное учреждение высшего профессионального образования  
«Белорусско-Российский университет»

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор Белорусско-Российского университета

  
Ю.В. Машин

« 31 » 08 2021 г.

Регистрационный № УД-130302/Б.1.БД.В.6/р.

**НАДЕЖНОСТЬ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ**  
(наименование дисциплины)

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

Направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность (профиль) Электрооборудование автомобилей и электромобили

Квалификация Бакалавр

	Форма обучения
	Очная
Курс	4
Семестр	8
Лекции, часы	22
Практические занятия, часы	16
Лабораторные занятия, часы	16
Зачёт, семестр	8
Контактная работа по учебным занятиям, часы	54
Самостоятельная работа, часы	54
Всего часов / зачетных единиц	108/3

Кафедра-разработчик программы: \_\_\_\_\_ Электропривод и АПУ \_\_\_\_\_  
(название кафедры)

Составитель: Коваль А.С., к.т.н., доцент

Могилев, 2021

Рабочая программа составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника (уровень бакалавриата), утвержденным приказом № 144 от 28.02.18 г., учебным планом рег. №130302-5.1, утвержденным 30.08.2021г.

Рассмотрена и рекомендована к утверждению кафедрой \_\_Электропривод и АПУ

«30» 08 2021 г., протокол № 1\_\_


Зав. кафедрой  Ленеvский Г.С.

Научно-методическим советом Белорусско-Российского университета

(протокол № 1 от 30.08.2021 )

Зам. председателя

Научно-методического совета


 С.А. Сухоцкий

Рецензент: Александр Васильевич Яровой, директор ООО «Инвестпрограмма»

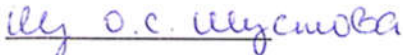
СОГЛАСОВАНО:

Начальник учебно-методического

отдела

 В.А. Кемова  
«30» 08 2021 г.

Ведущий библиотекарь

 О.С. Шустова

«30» 08 2021 г.

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

### 1.1 Цель учебной дисциплины

Целью учебной дисциплины является формирование специалистов, умеющих обоснованно и результативно применять существующие и осваивать новые методы оценки критериев надежности, расчета надежности и испытаний на определение уровня надежности изделий автотракторного электрооборудования и автоэлектроники.

### 1.2 Планируемые результаты изучения дисциплины

В результате освоения учебной дисциплины студент должен

**знать:**

- основные понятия и определения теории надежности;
- общие вопросы и методы расчета надежности изделий автотракторного электрооборудования и автоэлектроники.

**уметь:**

- характеризовать отказы в соответствии с их классификацией;
- определять величины количественных показателей надежности;
- прогнозировать расчетным путем ресурсы основных изделий автотракторного оборудования и автоэлектроники.

**владеть:**

- методами повышения надежности изделий автотракторного электрооборудования и автоэлектроники.

### 1.3 Место учебной дисциплины в системе подготовки студента

Дисциплина относится к части Блока 1, формируемой участниками образовательных отношений (элективные дисциплины).

Перечень учебных дисциплин, изучаемых ранее, усвоение которых необходимо для изучения данной дисциплины:

- «Математика» (решение дифференциальных уравнений).

Перечень учебных дисциплин (циклов дисциплин), которые будут опираться на данную дисциплину:

- «Электрооборудование автомобилей и электромобилей».

Кроме того, знания, полученные при изучении дисциплины на лекционных, лабораторных и практических занятиях, будут применены при прохождении преддипломной практики, а также при подготовке выпускной квалификационной работы и дальнейшей профессиональной деятельности.

### 1.4 Требования к освоению учебной дисциплины

Освоение данной учебной дисциплины должно обеспечивать формирование следующих компетенций:

1.4.1. Профессиональные компетенции выпускников, установленные образовательной организацией (ПК) и индикаторы их достижения.

Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
ПК-5 Способен рассчитывать режимы работы объектов ПД,	ИД-1. Рассчитывает режимы работы объектов ПД

обеспечивать требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса по заданной методике	ИД-2. Обеспечивает требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса по заданной методике
ПК-6 Способен осуществлять сбор и анализ данных для проектирования объектов ПД	ИД-1. Умеет выполнять сбор данных для проектирования объектов ПД ИД-2. Анализирует данные для проектирования объектов ПД

## 2 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 2.1 Содержание учебной дисциплины

Номер тем	Наименование тем	Содержание	Коды формируемых компетенций
1	Основные понятия и определения теории надежности	Предмет науки о надежности. Надежность как сложное свойство технического объекта. Основные понятия и определения теории надежности Восстанавливаемые и невосстанавливаемые объекты.	ПК-5 ПК-6
2	Элементы теории вероятностей в теории надежности	Случайные величины. Законы распределения случайной величины и их числовые характеристики. Примеры законов распределения случайной величины.	ПК-5 ПК-6
3	Показатели безотказности невосстанавливаемых объектов	Количественные показатели безотказности невосстанавливаемых объектов.	ПК-5 ПК-6
4	Показатели безотказности восстанавливаемых объектов	Понятие потока случайных событий и процесса восстановления. Количественные показатели безотказности восстанавливаемых объектов	ПК-5 ПК-6
5	Показатели долговечности, ремонтпригодности, сохраняемости	Количественные показатели долговечности, ремонтпригодности, сохраняемости	ПК-5 ПК-6
6	Расчет надежности объектов на основе структурных схем	Понятие структурной схемы для расчета надежности и расчет надежности на её основе. Порядок расчета с использованием математической логики	ПК-5 ПК-6
7	Резервирование как способ повышения надежности	Способы структурного резервирования – общее, раздельное резервирование, постоянное, резервирование замещением, скользящее резервирование	ПК-5 ПК-6
8	Общие вопросы прогнозирования надежности изделий автотракторного электрооборудования и автоэлектроники	Понятие прогнозирования ресурса Методы расчёта надежности изделий автотракторного электрооборудования и автоэлектроники	ПК-5 ПК-6
9	Расчетное прогнозирования ресурса изделий автотракторного электрооборудования и автоэлектроники	Расчетное прогнозирование ресурса резисторов, конденсаторов, полупроводниковых элементов, печатных плат, микросхем	ПК-5 ПК-6
10	Расчетное прогнозирования ресурса изделий автотракторного электрооборудования и автоэлектроники в зависимости от внешних условий	Расчетное прогнозирование ресурса катушек зажигания, обмоток реле, электродвигателей автотракторных исполнительных устройств автоматических систем в зависимости от температуры и условий эксплуатации	ПК-5 ПК-6

11	Прогнозирование ресурса по результатам испытаний	Определительные испытания на надежность. Планы испытаний. Выбор количества испытуемых объектов в зависимости от плана испытаний. Контрольные испытания на надежность. Ускоренные испытания изделий АТЭ и автоэлектроники	ПК-5 ПК-6
----	--	--	--------------

## 2.2 Учебно-методическая карта учебной дисциплины

№ недели	Лекции (наименование тем)	Часы	Практические (семинарские) занятия	Часы	Лабораторные занятия	Часы	Самостоятельная работа, часы	Форма контроля знаний	Баллы (max)
Модуль 1									
1	Тема1. Основные понятия и определения теории надежности	2	Пр. р. №1 Непосредственный расчет вероятностей	2	Лабораторная работа №1. «Исследование показателей надежности невосстанавливаемых объектов»	2	5	ИО	3
2	Тема2. Элементы теории вероятности в теории надежности.	2	Пр. р. №2 Законы распределения вероятностей отказов.	2	Лабораторная работа №1. «Исследование показателей надежности невосстанавливаемых объектов»	2	5	ИО ЗЛР	3 4
3	Тема3. Показатели безотказности невосстанавливаемых объектов	2	Пр. р. №3 Количественные показатели безотказности невосстанавливаемых объектов.	2	Лабораторная работа №2. «Исследование показателей надежности восстанавливаемых объектов».	2	5	ИО	3
4.	Тема4. Показатели безотказности восстанавливаемых объектов	2	Пр. р. №4 Количественные показатели безотказности восстанавливаемых объектов.	2	Лабораторная работа №2. «Исследование показателей надежности восстанавливаемых объектов».	2	5	ИО ЗЛР	3 4
5.	Тема5. Показатели долговечности, ремонтпригодности, сохраняемости	2	Пр. р. №5. Количественные показатели долговечности, ремонтпригодности, сохраняемости	2	Лабораторная работа №3. «Оценка надежности элементов электронных изделий»	2	5	ИО	3
6.	Тема 6. Расчет надежности объектов на основе структурных схем.	2	Пр. р. №6. Расчет вероятности безотказной работы по структурным схемам.	2	Лабораторная работа №3. «Оценка надежности элементов электронных изделий»	2	5	ИО ЗЛР ПКУ	3 4 30
Модуль 2									
7	Тема 7. Резервирование как способ повышения надежности	2	Пр. р. №7. Расчет вероятности безотказной работы по структурным схемам с использованием алгебры логики.	2	Лабораторная работа № 4. «Исследование надежности устройств автомобильной электроники».	2	5	ИО ЗЛР	3 12
8	Тема 8. Общие вопросы прогнозирования	2	Пр. р. №8. Коэффициентный метод расчета вероятности безотказной	2	Лабораторная работа № 5. «Влияние температурного режима на надежность работы обмоточного узла	2	5	ИО ЗЛР	3 12

	надежности изделий автотракторного электрооборудования		работы устройств автоэлектроники.		автотракторного электрооборудования.				
9	Тема 9. Расчетное прогнозирование ресурса изделий автотракторного электрооборудования и автоэлектроники	2					5		
10	Тема 10. Расчетное прогнозирование ресурса изделий автотракторного электрооборудования и автоэлектроники в зависимости от внешних условий	2					5		
11	Тема 11. Прогнозирование ресурса по результатам испытаний	2					4	ПКУ ПА (зачет)	30 40
	Итого	22		16		16	54		100

Принятые обозначения:

ЗЛР – защита лабораторной работы;

ИО – индивидуальный отчёт;

ПКУ – промежуточный контроль успеваемости.

ПА – Промежуточная аттестация.

Итоговая оценка определяется как сумма текущего контроля и промежуточной аттестации и соответствует баллам:

Зачет

Оценка	Зачтено	Не зачтено
Баллы	51-100	0-50

### 3 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При изучении дисциплины используется модульно-рейтинговая система оценки знаний студентов. Применение форм и методов проведения занятий при изучении различных тем курса представлено в таблице.

№ п/п	Форма проведения занятия	Вид аудиторных занятий			Всего часов
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	
1	Традиционные	1-11	1-8	1-5	54
	<b>ИТОГО</b>				54

### 4 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

Используемые оценочные средства по учебной дисциплине представлены в таблице и хранятся на кафедре.

№ п/п	Вид оценочных средств	Количество комплектов
1	Вопросы к зачету	1
2	Тестовые (контрольные) задания	1

## 5 МЕТОДИКА И КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ КОМПЕТЕНЦИЙ СТУДЕНТОВ

### 5.1 Уровни сформированности компетенций

№ п/п	Уровни сформированности компетенции	Содержательное описание уровня	Результаты обучения
<i>Компетенция ПК-5. Способен рассчитывать режимы работы объектов ПД, обеспечивать требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса по заданной методике</i>			
<i>ИД-1. Рассчитывает режимы работы объектов ПД</i>			
1	Пороговый уровень	Понимает общую технологию моделирования и основные этапы процесса моделирования. Понимает возможности пакета МАТ-ЛАБ и его расширений Simulink	Выполнение отчёта по лабораторной работе в текстовом редакторе. Выполнение имитационной модели блоков автоэлектроники в среде МАТЛАБ
2	Продвинутый уровень	Понимает общую технологию моделирования и основные этапы процесса моделирования. Понимает возможности пакета МАТ-ЛАБ и его расширений Simulink. Применяет библиотеку и редактор для построения блок-схем Simulink при моделировании схем автоэлектроники	Уверенное владение шаблонами текстового редактора при создании отчётов по лабораторным работам. Способность анализировать причины сбоя программного комплекса МАТЛАБ и выполнять настройки применительно к модулю Simulink.
3	Высокий уровень	Применяет библиотеку и редактор для построения блок-схем Simulink при моделировании схем автоэлектроники. Создает собственную библиотеку блоков. Использует графики и таблицы для представления результатов моделирования. Выбирает метод решения уравнений и способ изменения модельного времени	Выполнение в среде МАТЛАБ анализа электрических нагрузок в статических режимах в схемах автоэлектроники при расчёте надёжности блоков. Использование программ для создания конструкторской документации
<i>ИД-2. Обеспечивает требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса по заданной методике</i>			
1	Пороговый уровень	Понимает основы хранения информации в локальных сетях и персональных компьютерах. Понимает основы работы программ-	Выполнение отчёта по лабораторной работе в текстовом редакторе

		ных продуктов для анализа и расчёта режимов работы электрических схем	
2	Продвинутый уровень	Понимает основы работы программных продуктов для анализа и расчёта режимов работы электрических схем. Обеспечивает требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса по заданной методике	Выполнение отчёта по лабораторной работе в текстовом редакторе. Выполнение имитационной модели блоков автоэлектроники в среде МАТЛАБ
13	Высокий уровень	Анализирует работу программных продуктов применительно к расчёту и анализу статических режимов схем автоэлектроники с целью обеспечения требуемых режимов работы	Выполнение отчёта по лабораторной работе в текстовом редакторе. Выполнение имитационной модели блоков автоэлектроники в среде МАТЛАБ
<b>Компетенция ПК-6. Способен осуществлять сбор и анализ данных для проектирования объектов ПД</b>			
<i>ИД-1. Умеет выполнять сбор данных для проектирования объектов ПД</i>			
1	Пороговый уровень	Понимает общую технологию моделирования и основные этапы процесса моделирования. Понимает возможности пакета МАТЛАБ и его расширений Simulink.	Выполнение отчёта по лабораторной работе в текстовом редакторе. Выполнение имитационной модели блоков автоэлектроники в среде МАТЛАБ
2	Продвинутый уровень	Понимает общую технологию моделирования и основные этапы процесса моделирования. Понимает возможности пакета МАТЛАБ и его расширений Simulink. Выполняет имитационное моделирование электрических схем блоков автоэлектроники	Уверенное владение шаблонами текстового редактора при создании отчётов по лабораторным работам. Способность анализировать причины сбоя программного комплекса МАТЛАБ и выполнять настройки применительно к модулю Simulink
3	Высокий уровень	Выполняет имитационное моделирование электрических схем блоков автоэлектроники. Применяет библиотеку и редактор для построения блок-схем Simulink при моделировании схем автоэлектроники. Создаёт собственную библиотеку блоков. Использует графики и таблицы для представления результатов моделирования	Выполнение в среде МАТЛАБ анализа электрических нагрузок в статических режимах в схемах автоэлектроники при расчёте надёжности блоков. Использование программ для создания конструкторской документации
<i>ИД-2. Анализирует данные для проектирования объектов ПД</i>			
1	Пороговый уровень	Понимает основы хранения информации в локальных сетях и персональных компьютерах. По-	Выполнение отчёта по лабораторной работе в текстовом редакторе



		нимает основы работы программных продуктов для анализа и расчёта режимов работы электрических схем	
2	Продвинутый уровень	Понимает основы работы программных продуктов для анализа и расчёта режимов работы электрических схем. Обеспечивает требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса по заданной методике	Выполнение отчёта по лабораторной работе в текстовом редакторе. Выполнение имитационной модели блоков автоэлектроники в среде МАТЛАБ
3	Высокий уровень	Анализирует работу программных продуктов применительно к расчёту и анализу статических режимов схем автоэлектроники с целью обеспечения требуемых режимов работы при проектировании объектов ПД	Выполнение отчёта по лабораторной работе в текстовом редакторе. Выполнение и анализ результатов по имитационной модели блоков автоэлектроники в среде МАТЛАБ

## 5.2 Методика оценки знаний, умений и навыков студентов

Результаты обучения	Оценочные средства
<b>Компетенция ПК-5</b>	
Выполнение имитационного моделирования электрических схем блоков автоэлектроники	Выполнение отчётов по лабораторным работам. Вопросы к самостоятельной подготовке к лабораторным работам 1–5.
Выполнение отчёта по лабораторной работе в текстовом редакторе. Уверенное владение шаблонами текстового редактора при создании отчётов по лабораторным работам	Выполнение отчётов по лабораторным работам. Вопросы к самостоятельной подготовке к лабораторным работам 1–5.
Моделирование в среде МАТЛАБ и анализ электрических нагрузок в статических режимах работы в схемах автоэлектроники при расчёте надёжности блоков. Использование программных средств для создания конструкторской документации	Выполнение отчётов по лабораторным работам. Вопросы к самостоятельной подготовке к лабораторным работам 1–5.
Выполнение настройки модели с использованием программы Simulink	Выполнение отчётов по лабораторным работам. Вопросы к самостоятельной подготовке к лабораторным работам 1–5.
<b>Компетенция ПК-6</b>	
Выполнение имитационного моделирования электрических схем блоков автоэлектроники	Требования к отчёту по лабораторным работам 1–5
Выполнение отчёта по лабораторной работе в текстовом редакторе	Требования к отчёту по лабораторным работам 1–5
Создание собственной библиотеки моделей блоков автоэлектроники	Требования к отчёту по лабораторным работам 1–5

### **5.3 Критерии оценки лабораторных работ**

5.3.1 Понимание методики выполняемых вычислений в выполняемой лабораторной работе – 1 балл (3 балла\*);

5.3.2 Выполнение работы в полном объеме – 1 балл (3 балла\*);

5.3.3 Оформленный отчет по работе с графиками и выводами - 1 балл (3 балла\*);

5.3.4 Ответы на контрольные вопросы по работе - 1 балл (3 балла\*).

\* Лабораторная работа, оцениваемая в 12 баллов.

### **5.4 Критерии оценки практических работ**

5.4.1 Индивидуальный отчет с выполненными расчетами – 1 балл.

5.4.2 Собеседование по отчету – 2 балла.

### **5.5 Критерии оценки зачета**

5.1 Знание основных понятий и определения теории надежности - 10 баллов.

5.2 Владение методикой расчета показателей надежности в рамках учебной программы - 10 баллов.

5.3 Владение методами повышения надежности изделий автотракторного электрооборудования и автоэлектроники - 10 баллов.

5.4 Умение прогнозировать расчетным путем ресурсы основных изделий автотракторного оборудования и автоэлектроники -10 баллов.

## **6 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ И ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

Самостоятельная работа студентов (СРС) направлена на закрепление и углубление освоения учебного материала, развитие практических умений. СРС включает следующие виды самостоятельной работы студентов:

- ответы на контрольные вопросы;
- изучение нормативных документов;
- подготовка к аудиторным занятиям;
- работа с материалами курса, вынесенными на самостоятельное изучение;
- чтение текста (первоисточника, учебника, дополнительной литературы).

Перечень контрольных вопросов и заданий для самостоятельной работы студентов приведен в приложении и хранится на кафедре.

Для СРС рекомендуется использовать источники, приведенные в п. 7.

### **Контроль самостоятельной работы студентов**

Критериями оценки результатов самостоятельной работы студента являются:

- уровень освоения студентом учебного материала;
- умение студента использовать теоретические знания при выполнении практических заданий;
- обоснованность и четкость изложения ответа;
- оформление письменных работ в соответствии с предъявляемыми в университете требованиями;

- сформированные компетенции в соответствии с целями и задачами изучения дисциплины.

## 7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1 Основная литература

№ п/п	Библиографическое описание	Гриф	Количество экземпляров
1	Васильева, Т. Н. Надежность электрооборудования и систем электроснабжения: монография / Т. Н. Васильева – М.: Горячая линия-Телеком, 2017 – 152 с.	—	15

### 7.2 Дополнительная литература

№ п/п	Библиографическое описание	Гриф	Количество экземпляров
1	Гольдберг, О. Д., Хелемская, С.П. Надежность электрических машин: Учебник / О.Д. Гольдберг, С.П. Хелемская – М.: «Академия», 2010. – 286с.	Допущено УМО Московского государственного открытого университета в качестве учебника для студентов ВУЗов для дистанционных образовательных технологий по направлению «Электротехника, электромеханика и электротехнологии», по спец. «Электромеханика»	1
2	Калявин, В. П. Надежность и диагностика электроустановок: учеб. пособие для вузов/ В.П. Калявин, Л.М. Рыбаков. – Йошкар-Ола: МГУ, 2000. – 348с.: ил.	—	5
3.	Шишмарев, В. Ю. Надежность технических систем: учебник / В. Ю. Шишмарев – 2-е изд. М.: Юрайт, 2010 – 305 с.	—	5
4	Рипс, Я. А., Савельев, Б. А. Анализ и расчет надежности систем управления электроприводами/ Рипс Я. А., Савельев Б. А. – М.: Энергия, 1974. – 247с.	—	10
5	Кузнецов, Н.Л. Сборник задач по надежности электрических машин: учеб. пособие для вузов/ Н.Л. Кузнецов. – М.: МЭИ, 2008. – 408с.	Допущено УМО вузов Российской Федерации по образованию в области энергетики и электротехники	1
6	Синопальников, В.А. Надежность и диагностика технологических систем:	Допущено Министерством образования Российской	

	Учебник для вуза/ В. А. Синопальников, С. Н. Григорьев – М.: Высш.шк., 2005. – 343с.	Федерации в качестве учебника для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности «Металлообрабатывающие станки и комплексы» направления подготовки дипломированных специалистов «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»	6
7	Черкасов Г.Н. Надежность аппаратно-программных комплексов: Учебное пособие/ Г.Н. Черкасов – СПб.: Питер, 2005. – 479 с.	—	9

### 7.3 Перечень ресурсов сети Интернет по изучаемой дисциплине

<http://znanium.com>.

### 7.4 Перечень наглядных и других пособий, методических рекомендаций по проведению учебных занятий, а также методических материалов к используемым в образовательном процессе техническим средствам

#### 7.4.1 Методические рекомендации

1 Методические рекомендации к лабораторным занятиям (электронный вариант)

#### 7.4.2 Перечень программного обеспечения, используемого в образовательном процессе

Математический пакет для моделирования технических устройств MATLAB The Math Works.

## 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Материально-техническое обеспечение дисциплины содержится в паспорте лаборатории «Надежность автотракторного электрооборудования», рег. номер ПУЛ-4.503-401/2-20.