

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Направление подготовки/специальность: 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Наименование образовательной программы: Электротехнические, электромеханические и электронные системы автономных объектов

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная


Рабочая программа дисциплины
НАДЕЖНОСТЬ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ И
ТРАКТОРОВ

| | |
|--|--|
| Блок: | Блок 1 «Дисциплины (модули)» |
| Часть образовательной программы: | Часть, формируемая участниками образовательных отношений |
| № дисциплины по учебному плану: | Б1.Ч.09.02.02 |
| Трудоемкость в зачетных единицах: | 3 семестр - 3; |
| Часов (всего) по учебному плану: | 108 часов |
| Лекции | 3 семестр - 16 часов; |
| Практические занятия | 3 семестр - 16 часов; |
| Лабораторные работы | не предусмотрено учебным планом |
| Консультации | 3 семестр - 2 часа; |
| Самостоятельная работа | 3 семестр - 73,5 часа; |
| в том числе на КП/КР | не предусмотрено учебным планом |
| Иная контактная работа | проводится в рамках часов аудиторных занятий |
| включая: | |
| Контрольная работа | |
| Промежуточная аттестация: | |
| Экзамен | 3 семестр - 0,5 часа; |

Москва 2024

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:


Преподаватель

| | | |
|---|--|------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Останин С.Ю. |
| | Идентификатор | Rb8b8c8f4-OstaninSY-0fc12b9b |

С.Ю. Останин


СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

| | | |
|---|--|--------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Румянцев М.Ю. |
| | Идентификатор | R4b7b75d7-RumyantsevMY-eafe30f |

М.Ю.
Румянцев

Заведующий выпускающей
кафедрой

| | | |
|---|--|--------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Румянцев М.Ю. |
| | Идентификатор | R4b7b75d7-RumyantsevMY-eafe30f |

М.Ю.
Румянцев

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: изучение методов, способов, средств и особенностей обеспечения надёжности электрооборудования и, тем самым, эффективной эксплуатации современных и перспективных автомобилей и тракторов

Задачи дисциплины

- освоение процесса обеспечения при проектировании оптимального уровня надёжности электрооборудования автомобилей и тракторов;
- освоение процедуры учёта особенностей управления уровнем надёжности на стадии финишных операций при производстве электрооборудования для автомобилей и тракторов с новыми эксплуатационными показателями и характеристиками;
- формирование подхода к решению проблемы надёжности технических устройств, в частности, элементов и систем электрооборудования автомобилей и тракторов, как межотраслевой задачи, оптимальность решения которой определяется экономически целесообразными затратами на производство технических устройств, сопровождение их эксплуатации и утилизацию по выработке рабочего ресурса;
- изучение проявлений устойчивой связи между параметрами потока брака при производстве технических устройств, в частности, элементов и систем электрооборудования автомобилей и тракторов, и параметрами потока отказов технических устройств, свойственных процессу их эксплуатации;
- изучение логических и аппаратурных приёмов обеспечения надёжности функционирования систем электрооборудования, оптимального набора и взаимодействия средств защиты при многоуровневом формировании надёжности технического устройства;
- обучение организации сбора информации об отказах технических устройств, в частности, элементов и систем электрооборудования автомобилей и тракторов, возникающих в процессе эксплуатации, анализу причин отказов и степени устойчивости потока отказов;
- обучение грамотному применению информации о надёжности технических устройств, полученной в ходе эксплуатации, для обеспечения процесса управления надёжностью вновь разрабатываемых и модернизируемых технических устройств.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

| Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции | Запланированные результаты обучения |
|---|--|--|
| ПК-1 Способен выбирать оптимальные из известных и проектировать новые технические решения в области профессиональной деятельности в рамках сформулированной задачи, составлять и оформлять техническую документацию | ИД-1 _{ПК-1} Знает и умеет выбирать критерии оптимальности показателей качества объекта проектирования | знать: - особенности управления проектами разработки электрооборудования автомобилей и тракторов; - элементы экономического анализа в организации и проведении практической деятельности по разработке электрооборудования автомобилей и тракторов на предприятии; - основные серийные объекты электрооборудования автомобилей и тракторов; - основные сведения о проверке технического состояния и остаточного ресурса оборудования и организации профилактических осмотров и текущего ремонта; |

| Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции | Запланированные результаты обучения |
|--|---|---|
| | | <ul style="list-style-type: none"> - основные сведения о монтаже, регулировке, испытаниях, наладке и сдаче в эксплуатацию электроэнергетического и электротехнического оборудования; - основные критерии определения эффективности производственно-технологических режимов работы объектов электроэнергетики и электротехники, в том числе электрооборудования автомобилей и тракторов; - особенности разработки планов, программ и методик проведения испытаний электротехнических и электроэнергетических устройств и систем; - базовые решения в области электроэнергетики и электротехники, в том числе в области электрооборудования автомобилей и тракторов, с учётом энергосбережения и ресурсосбережения. |
| <p>ПК-1 Способен выбирать оптимальные из известных и проектировать новые технические решения в области профессиональной деятельности в рамках сформулированной задачи, составлять и оформлять техническую документацию</p> | <p>ИД-2_{ПК-1} Умеет проводить многокритериальную оценку качества проектных решений</p> | <p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные виды современных и перспективных средств автоматизации проектирования и технологической подготовки производства; - цели и задачи исследования и проектирования электрооборудования сложных технических объектов, в том числе автомобилей и тракторов, базовые приоритеты, основные критерии оценки решения таких задач; - особенности осуществления технико-экономического обоснования проектов; - правила и рекомендации по составлению инструкций по эксплуатации оборудования и программ испытаний; - современные методы и средства анализа вариантов, разработки и поиска проектных решений; - современные модели, позволяющие прогнозировать свойства и поведение элементов и систем электрооборудования автомобилей и тракторов; - основные проектно-конструкторские |

| Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции | Запланированные результаты обучения |
|--------------------------------|--|--|
| | | решения и новые технологические решения в области электрооборудования сложных технических объектов, в том числе автомобилей и тракторов. |

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Электротехнические, электромеханические и электронные системы автономных объектов (далее – ОПОП), направления подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать основы теории электромеханического преобразования энергии и физические основы работы электрических машин
- знать виды электрических машин и их основные характеристики
- знать эксплуатационные требования к различным видам электрических машин
- знать методы анализа и моделирования линейных и нелинейных электрических и магнитных цепей
- знать режимы работы и параметры электрических машин и способы их расчета, схемы включения электрических машин
- знать основные характеристики электромеханических, виброакустических и тепловых процессов в электрических машинах
- знать основные источники научно-технической информации по электротехническим материалам
- знать материалы, применяемые в электротехнических устройствах
- знать основы обеспечения безопасности жизнедеятельности
- знать назначение, элементную базу, характеристики и регулировочные свойства электроприводов с двигателями постоянного и переменного тока
- знать математическое описание, схемы включения, основные параметры и элементы проектирования электроприводов
- уметь применять, эксплуатировать и производить выбор электрических машин
- уметь формировать законченное представление о принятых решениях и полученных результатах в виде научно-технического отчета с его публичной защитой
- уметь анализировать научно-техническую информацию, участвовать в исследовании электрических машин
- уметь использовать информационные технологии, в том числе современные средства компьютерной графики, в своей предметной области
- уметь применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования
- уметь самостоятельно разбираться в нормативных методиках расчета и применять их для решения поставленной задачи
- уметь использовать инструкции, описания, технические паспорта о работе устройств и установок
- уметь использовать приближенные методы расчета и выбора основных элементов электрических приводов

- уметь анализировать параметры и требования источников питания, а также характеристики нагрузки, как основы технического задания для проектирования электроприводов и их компонентов

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

| № п/п | Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации | Всего часов на раздел | Семестр | Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы | | | | | | | | | | Содержание самостоятельной работы/ методические указания |
|-------|--|-----------------------|---------|--|-----|----|--------------|---|-----|----|----|-------------------|-----------------------------------|--|
| | | | | Контактная работа | | | | | | | СР | | | |
| | | | | Лек | Лаб | Пр | Консультация | | ИКР | | ПА | Работа в семестре | Подготовка к аттестации /контроль | |
| КПР | ГК | ИККП | ТК | | | | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| 1 | Основные определения. Положение о надёжности как о показателе качества технического устройства в составе электрооборудования автомобилей и тракторов | 9 | 3 | 2 | - | 2 | - | - | - | - | - | 5 | - | <p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Основные определения. Положение о надёжности как о показателе качества технического устройства в составе электрооборудования автомобилей и тракторов"</p> <p><u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Основные определения. Положение о надёжности как о показателе качества технического устройства в составе электрооборудования автомобилей и тракторов и подготовка к контрольной работе</p> <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Основные определения. Положение о надёжности как о показателе качества технического устройства в составе электрооборудования автомобилей и тракторов" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Основные определения. Положение о надёжности как о показателе качества технического устройства в составе</p> |
| 1.1 | Основные определения. Положение о надёжности как о показателе качества технического устройства в составе электрооборудования автомобилей и тракторов | 9 | | 2 | - | 2 | - | - | - | - | - | - | 5 | |

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--|
| | | | | | | | | | | | | | электрооборудования автомобилей и тракторов" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [7], 29-56 |
| 2 | Пригодность технического устройства в структурах электрооборудования автомобилей и тракторов с позиций выполнения требуемых задач | 9 | 2 | - | 2 | - | - | - | - | - | 5 | - | <u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Пригодность технического устройства в структурах электрооборудования автомобилей и тракторов с позиций выполнения требуемых задач" <u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Пригодность технического устройства в структурах электрооборудования автомобилей и тракторов с позиций выполнения требуемых задач и подготовка к контрольной работе |
| 2.1 | Пригодность технического устройства в структурах электрооборудования автомобилей и тракторов с позиций выполнения требуемых задач | 9 | 2 | - | 2 | - | - | - | - | - | 5 | - | <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Пригодность технического устройства в структурах электрооборудования автомобилей и тракторов с позиций выполнения требуемых задач" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Пригодность технического устройства в структурах электрооборудования автомобилей и тракторов с позиций выполнения требуемых задач" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [6], 77-108 |
| 3 | Влияние на надёжность технических | 9 | 2 | - | 2 | - | - | - | - | - | 5 | - | <u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Влияние на надёжность технических устройств, в том |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | устройств, в том числе элементов и систем электрооборудования автомобилей и тракторов, устойчивости их производства | | | | | | | | | | | | | числе элементов и систем электрооборудования автомобилей и тракторов, устойчивости их производства" <u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Влияние на надёжность технических устройств, в том числе элементов и систем |
| 3.1 | Влияние на надёжность технических устройств, в том числе элементов и систем электрооборудования автомобилей и тракторов, устойчивости их производства | 9 | 2 | - | 2 | - | - | - | - | - | 5 | - | элементов и систем электрооборудования автомобилей и тракторов, устойчивости их производства и подготовка к контрольной работе <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Влияние на надёжность технических устройств, в том числе элементов и систем электрооборудования автомобилей и тракторов, устойчивости их производства" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Влияние на надёжность технических устройств, в том числе элементов и систем электрооборудования автомобилей и тракторов, устойчивости их производства" | |
| 4 | Базовые характеристики надёжности с учётом опыта разработки, производства и эксплуатации электрооборудования автомобилей и тракторов | 9 | 2 | - | 2 | - | - | - | - | - | 5 | - | <u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Базовые характеристики надёжности с учётом опыта разработки, производства и эксплуатации электрооборудования автомобилей и тракторов" <u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Базовые характеристики надёжности с учётом опыта разработки, производства и эксплуатации электрооборудования автомобилей и тракторов и подготовка к контрольной работе | |
| 4.1 | Базовые характеристики надёжности с учётом опыта разработки, производства и | 9 | 2 | - | 2 | - | - | - | - | - | 5 | - | электрооборудования автомобилей и тракторов и подготовка к контрольной работе <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> | |

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | эксплуатации электрооборудования автомобилей и тракторов | | | | | | | | | | | | Изучение материала по разделу "Базовые характеристики надёжности с учётом опыта разработки, производства и эксплуатации электрооборудования автомобилей и тракторов" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Базовые характеристики надёжности с учётом опыта разработки, производства и эксплуатации электрооборудования автомобилей и тракторов" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [3], 115-154 [5], 93-148 |
| 5 | Структурная надёжность технического устройства, в том числе элемента или системы электрооборудования автомобиля или трактора | 9 | 2 | - | 2 | - | - | - | - | - | 5 | - | <u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Структурная надёжность технического устройства, в том числе элемента или системы электрооборудования автомобиля или трактора" <u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Структурная надёжность технического устройства, в том числе элемента или системы электрооборудования автомобиля или трактора и подготовка к контрольной работе |
| 5.1 | Структурная надёжность технического устройства, в том числе элемента или системы электрооборудования автомобиля или трактора | 9 | 2 | - | 2 | - | - | - | - | - | 5 | - | <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Структурная надёжность технического устройства, в том числе элемента или системы электрооборудования автомобиля или трактора" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--|---|
| | | | | | | | | | | | | | | дополнительного материала по разделу "Структурная надёжность технического устройства, в том числе элемента или системы электрооборудования автомобиля или трактора" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 209-256 |
| 6 | Отказы в техническом устройстве с избыточной структурой, структурная оптимизация и оптимальность резервированного технического устройства | 9 | 2 | - | 2 | - | - | - | - | - | 5 | - | <u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Отказы в техническом устройстве с избыточной структурой, структурная оптимизация и оптимальность резервированного технического устройства" <u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Отказы в техническом устройстве с избыточной структурой, структурная оптимизация и оптимальность резервированного технического устройства и подготовка к контрольной работе | |
| 6.1 | Отказы в техническом устройстве с избыточной структурой, структурная оптимизация и оптимальность резервированного технического устройства | 9 | 2 | - | 2 | - | - | - | - | - | 5 | - | <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Отказы в техническом устройстве с избыточной структурой, структурная оптимизация и оптимальность резервированного технического устройства" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Отказы в техническом устройстве с избыточной структурой, структурная оптимизация и оптимальность резервированного технического устройства" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [4], 89-144 | |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|---|---|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 7 | Отказы в техническом устройстве с избыточной структурой, в частности, в элементе или системе электрооборудования автомобиля или трактора, их проявления и особенности | 9 | | 2 | - | 2 | - | - | - | - | - | 5 | - | <p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Отказы в техническом устройстве с избыточной структурой, в частности, в элементе или системе электрооборудования автомобиля или трактора, их проявления и особенности"</p> <p><u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Отказы в техническом устройстве с избыточной структурой, в частности, в элементе или системе электрооборудования автомобиля или трактора, их проявления и особенности</p> |
| 7.1 | Отказы в техническом устройстве с избыточной структурой, в частности, в элементе или системе электрооборудования автомобиля или трактора, их проявления и особенности | 9 | | 2 | - | 2 | - | - | - | - | - | 5 | - | <p>и подготовка к контрольной работе</p> <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Отказы в техническом устройстве с избыточной структурой, в частности, в элементе или системе электрооборудования автомобиля или трактора, их проявления и особенности" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Отказы в техническом устройстве с избыточной структурой, в частности, в элементе или системе электрооборудования автомобиля или трактора, их проявления и особенности"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], 151-198</p> |
| 8 | Структурная оптимизация и оптимальность резервированного технического устройства с учётом особенностей | 9 | | 2 | - | 2 | - | - | - | - | - | 5 | - | <p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Структурная оптимизация и оптимальность резервированного технического устройства с учётом особенностей элементов и систем электрооборудования автомобилей и тракторов"</p> |

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----|---|-------|----|---|----|---|---|---|---|-----|----|------|--|
| | элементов и систем электрооборудования автомобилей и тракторов | | | | | | | | | | | | <u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Структурная оптимизация и оптимальность резервированного технического устройства с учётом особенностей элементов и систем электрооборудования автомобилей и тракторов и подготовка к контрольной работе <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Структурная оптимизация и оптимальность резервированного технического устройства с учётом особенностей элементов и систем электрооборудования автомобилей и тракторов" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Структурная оптимизация и оптимальность резервированного технического устройства с учётом особенностей элементов и систем электрооборудования автомобилей и тракторов" |
| 8.1 | Структурная оптимизация и оптимальность резервированного технического устройства с учётом особенностей элементов и систем электрооборудования автомобилей и тракторов | 9 | 2 | - | 2 | - | - | - | - | - | 5 | - | |
| | Экзамен | 36.0 | - | - | - | - | 2 | - | - | 0.5 | - | 33.5 | |
| | Всего за семестр | 108.0 | 16 | - | 16 | - | 2 | - | - | 0.5 | 40 | 33.5 | |
| | Итого за семестр | 108.0 | 16 | - | 16 | | 2 | | - | 0.5 | | 73.5 | |

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПП – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

3.2 Краткое содержание разделов

1. Основные определения. Положение о надёжности как о показателе качества технического устройства в составе электрооборудования автомобилей и тракторов

1.1. Основные определения. Положение о надёжности как о показателе качества технического устройства в составе электрооборудования автомобилей и тракторов

Техническое устройство, определение, общие и отраслевые особенности технического устройства. Электрооборудование автомобиля и трактора как разновидности комплекса технических устройств. Особенности формирования и принятия решения о выпуске технического устройства, в частности, элемента или системы электрооборудования автомобиля или трактора, на потребительский рынок. Спрос, готовность производства к выпуску технического устройства, в частности, элемента или системы электрооборудования автомобиля или трактора, анализ аналогов и их способности противостоять дестабилизирующим факторам процесса эксплуатации. Техническое задание. Качество технического устройства, в частности, элемента или системы электрооборудования автомобиля или трактора, количественные показатели (признаки) качества, надёжность как количественный показатель качества. Особенности связи показателя надёжности с остальными показателями качества. Формирование требуемого качества технического устройства, в частности, элемента или системы электрооборудования автомобиля или трактора, на этапах проектирования и производства. Различие в понимании качества разработчиком и потребителем технического устройства..

2. Пригодность технического устройства в структурах электрооборудования автомобилей и тракторов с позиций выполнения требуемых задач

2.1. Пригодность технического устройства в структурах электрооборудования автомобилей и тракторов с позиций выполнения требуемых задач

Понятие о степени структурной сложности технического устройства, в частности, системы электрооборудования автомобиля или трактора, функционально необходимая структура как результат анализа требований технического задания. Формирование структуры функционально пригодного технического устройства. Отказ технического устройства, понятие о совместимости наличия отказов технического устройства в процессе эксплуатации и его надёжности. Использование косвенных оценок (характеристических критериев) надёжности технического устройства, в частности, элемента или системы электрооборудования автомобиля или трактора, на этапах его проектирования и изготовления. Особенности использования аналогов при разработке технических устройств, в частности, элементов электрооборудования автомобилей и тракторов, с заданным уровнем надёжности..

3. Влияние на надёжность технических устройств, в том числе элементов и систем электрооборудования автомобилей и тракторов, устойчивости их производства

3.1. Влияние на надёжность технических устройств, в том числе элементов и систем электрооборудования автомобилей и тракторов, устойчивости их производства

Обобщённая модель технического устройства, параметры материалов, элементов и узлов (исходные параметры), входящих в структуру технического устройства, в частности, системы электрооборудования автомобиля или трактора, входные характеристики технического устройства. Связь набора выходных характеристик модели с системой показателей качества технического устройства. Особенности представления исходных параметров в математической модели технического устройства как случайных величин. Математические методы нахождения связей между входными параметрами и выходными

характеристиками модели. Брак и потенциальная устойчивость качества технического устройства в эксплуатации. Основные виды испытаний технических устройств, в частности, элементов и систем электрооборудования автомобилей и тракторов, на пригодность к эксплуатации в оговорённых техническим заданием условиях. Испытания на работоспособность, испытания на надёжность, возможности по сокращению сроков испытаний. Обработка результатов испытаний, доверие к результатам испытаний..

4. Базовые характеристики надёжности с учётом опыта разработки, производства и эксплуатации электрооборудования автомобилей и тракторов

4.1. Базовые характеристики надёжности с учётом опыта разработки, производства и эксплуатации электрооборудования автомобилей и тракторов

Терминология и символика в теории надёжности. Математическая модель отказа технического устройства на принципе «нагрузка – прочность». Опыт эксплуатации технических устройств, в частности, элементов и систем электрооборудования автомобилей и тракторов, и особенности формирования справочных сведений о надёжности. Количественные показатели надёжности: вероятность отказа, вероятность безотказной работы, частота отказов, интенсивность (условная частота) отказов. Экспериментальное определение количественных показателей надёжности технических устройств, в частности, элементов или систем электрооборудования автомобилей и тракторов. Особенности переноса сведений о надёжности на вновь разрабатываемое или модернизируемое техническое устройство, в частности, элемент или систему электрооборудования автомобиля или трактора..

5. Структурная надёжность технического устройства, в том числе элемента или системы электрооборудования автомобиля или трактора

5.1. Структурная надёжность технического устройства, в том числе элемента или системы электрооборудования автомобиля или трактора

Первичная информация о количественных характеристиках надёжности элементов, входящих в структурную схему, степень её достоверности, доверие итоговым результатам, в частности, для элементов и систем электрооборудования автомобилей и тракторов. Анализ надёжности технического устройства с использованием логико-структурной схемы замещения, учёт разновидностей отказов. Анализ надёжности технического устройства с использованием таблицы (матрицы) возможных состояний его элементов. Принцип формирования матрицы, представления состояния элементов технического устройства в матрице, формирование результирующих сведений о надёжности технического устройства. Особенности использования формулы Бернулли как частного случая матрицы возможных состояний элементов технического устройства. Особенности использования формулы полной вероятности для анализа надёжности технических устройств, в частности, элементов, систем электрооборудования автомобилей и тракторов. Понятие о сопутствующем случайном событии при анализе работоспособности технического устройства, в частности, элемента или системы электрооборудования автомобиля или трактора. Особенности выбора числа сопутствующих случайных событий, критерий правильности выбора числа сопутствующих случайных событий. Минимизация числа сопутствующих случайных событий, формирование условных вероятностей отдельных состояний технического устройства..

6. Отказы в техническом устройстве с избыточной структурой, структурная оптимизация и оптимальность резервированного технического устройства

6.1. Отказы в техническом устройстве с избыточной структурой, структурная оптимизация и оптимальность резервированного технического устройства

Введение избыточности в техническое устройство, в частности, элемент или систему электрооборудования автомобиля или трактора, резервированным замещением. Обобщённая модель резервированного технического устройства. Особенности учёта состояния основной и резервной систем в резервированном техническом устройстве, в частности, в элементах и системах электрооборудования автомобилей и тракторов. Рекуррентная модель -кратно резервированного технического устройства. Резервирование с дробной и целочисленной кратностью..

7. Отказы в техническом устройстве с избыточной структурой, в частности, в элементе или системе электрооборудования автомобиля или трактора, их проявления и особенности

7.1. Отказы в техническом устройстве с избыточной структурой, в частности, в элементе или системе электрооборудования автомобиля или трактора, их проявления и особенности

Поэлементное, поблочное и посистемное резервирование, в частности, элементов и систем электрооборудования автомобилей и тракторов. Количественные показатели и характеристики надёжности резервированного технического устройства при граничных режимах работы резервных систем..

8. Структурная оптимизация и оптимальность резервированного технического устройства с учётом особенностей элементов и систем электрооборудования автомобилей и тракторов

8.1. Структурная оптимизация и оптимальность резервированного технического устройства с учётом особенностей элементов и систем электрооборудования автомобилей и тракторов

Особенности процедур однокритериальной и многокритериальной оптимизации структуры технического устройства. Особенности указанных процедур применительно к элементам и системам электрооборудования автомобилей и тракторов. Выбор резервируемых блоков (элементов) технического устройства, в частности, элемента или системы электрооборудования автомобилей и тракторов. Особенности использования процедуры динамического программирования при поиске структуры технического устройства, удовлетворяющей заданному критерию (системе критериев) оптимальности. Особенности использования указанной процедуры применительно к поиску структур систем электрооборудования автомобилей и тракторов..

3.3. Темы практических занятий

1. Основные определения. Положение о надёжности как о показателе качества технического устройства в составе электрооборудования автомобилей и тракторов. Способы и средства обеспечения надёжности технического устройства – объекта исследования в магистерской диссертации;
2. Пригодность технического устройства в структурах электрооборудования автомобилей и тракторов с позиций выполнения требуемых задач. Особенности применения математического аппарата теории вероятностей и математической статистики для формирования базы данных о параметрах входных элементов технического устройства. Математические методы описания разброса параметров входных элементов, входящих в структуру математической модели технического устройства;
3. Влияние на надёжность технических устройств, в том числе элементов и систем

- электрооборудования автомобилей и тракторов, устойчивости их производства. Закономерности разброса параметров выходных характеристик технического устройства. Аналитические методы определения разброса, методы математического моделирования;
4. Базовые характеристики надёжности с учётом опыта разработки, производства и эксплуатации электрооборудования автомобилей и тракторов. Математическая модель отказа технического устройства в рамках соотношения «нагрузка – прочность»;
 5. Структурная надёжность технического устройства, в том числе элемента или системы электрооборудования автомобиля или трактора. Структурные способы управления уровнем надёжности технического устройства на стадии проектирования;
 6. Отказы в техническом устройстве с избыточной структурой, в частности, в элементе или системе электрооборудования автомобиля или трактора, их проявления и особенности. Эмпирическое нахождение количественных характеристик надёжности технического устройства. Международная система управления качеством ISO-9000. Параметр надёжности, определяемый по потоку отказов;
 7. Структурная оптимизация и оптимальность резервированного технического устройства с учётом особенностей элементов и систем электрооборудования автомобилей и тракторов;
 8. Постановка задачи об оптимальной структуре технического устройства с заданным уровнем надёжности. Особенности отраслевого нормирования структуры (по материалам, элементам, компонентам, допустимым при эксплуатации режимам работы) функционально пригодного технического устройства.

3.4. Темы лабораторных работ не предусмотрено

3.5 Консультации

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Основные определения. Положение о надёжности как о показателе качества технического устройства в составе электрооборудования автомобилей и тракторов"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Пригодность технического устройства в структурах электрооборудования автомобилей и тракторов с позиций выполнения требуемых задач"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Влияние на надёжность технических устройств, в том числе элементов и систем электрооборудования автомобилей и тракторов, устойчивости их производства"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Базовые характеристики надёжности с учётом опыта разработки, производства и эксплуатации электрооборудования автомобилей и тракторов"
5. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Структурная надёжность технического устройства, в том числе элемента или системы электрооборудования автомобиля или трактора"
6. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Отказы в техническом устройстве с избыточной структурой, структурная оптимизация и оптимальность резервированного технического устройства"
7. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Отказы в техническом устройстве с избыточной структурой, в частности, в элементе или системе электрооборудования автомобиля или трактора, их проявления и особенности"

8. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Структурная оптимизация и оптимальность резервированного технического устройства с учётом особенностей элементов и систем электрооборудования автомобилей и тракторов"

Текущий контроль (ТК)

1. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Основные определения. Положение о надёжности как о показателе качества технического устройства в составе электрооборудования автомобилей и тракторов"
2. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Пригодность технического устройства в структурах электрооборудования автомобилей и тракторов с позиций выполнения требуемых задач"
3. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Влияние на надёжность технических устройств, в том числе элементов и систем электрооборудования автомобилей и тракторов, устойчивости их производства"
4. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Базовые характеристики надёжности с учётом опыта разработки, производства и эксплуатации электрооборудования автомобилей и тракторов"
5. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Структурная надёжность технического устройства, в том числе элемента или системы электрооборудования автомобиля или трактора"
6. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Отказы в техническом устройстве с избыточной структурой, структурная оптимизация и оптимальность резервированного технического устройства"
7. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Отказы в техническом устройстве с избыточной структурой, в частности, в элементе или системе электрооборудования автомобиля или трактора, их проявления и особенности"
8. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Структурная оптимизация и оптимальность резервированного технического устройства с учётом особенностей элементов и систем электрооборудования автомобилей и тракторов"

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

Курсовой проект/ работа не предусмотрены

3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

| Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1) | Коды индикаторов | Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1) | | | | | | | | Оценочное средство (тип и наименование) |
|---|------------------|--|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | |
| Знать: | | | | | | | | | | |
| базовые решения в области электроэнергетики и электротехники, в том числе в области электрооборудования автомобилей и тракторов, с учётом энергосбережения и ресурсосбережения | ИД-1пк-1 | | | | + | | | | | Контрольная работа/Надёжность как показатель качества технического устройства в составе электрооборудования автомобилей и тракторов |
| особенности разработки планов, программ и методик проведения испытаний электротехнических и электроэнергетических устройств и систем | ИД-1пк-1 | + | | | | + | | | | Контрольная работа/Надёжность как показатель качества технического устройства в составе электрооборудования автомобилей и тракторов |
| основные критерии определения эффективности производственно-технологических режимов работы объектов электроэнергетики и электротехники, в том числе электрооборудования автомобилей и тракторов | ИД-1пк-1 | + | | | | | | | | Контрольная работа/Понятие о функциональной пригодности технического устройства в структурах электрооборудования автомобилей и тракторов |
| основные сведения о монтаже, регулировке, испытаниях, наладке и сдаче в эксплуатацию электроэнергетического и электротехнического оборудования | ИД-1пк-1 | | | | | | | | + | Контрольная работа/Количественные показатели надёжности с учётом опыта разработки, производства и эксплуатации электрооборудования автомобилей и тракторов |
| основные сведения о проверке технического состояния и остаточного ресурса оборудования и организации профилактических осмотров и текущего ремонта | ИД-1пк-1 | | | | | | + | + | | Контрольная работа/Проявление отказов в техническом устройстве с избыточной структурой, в частности, в элементе или системе электрооборудования автомобилей и тракторов |
| основные серийные объекты электрооборудования автомобилей и тракторов | ИД-1пк-1 | + | | | + | | | | | Контрольная работа/Количественные показатели надёжности с учётом опыта разработки, производства и эксплуатации |

| | | | | | | | | | | | |
|---|----------|--|---|---|---|---|--|--|---|---|---|
| | | | | | | | | | | электрооборудования автомобилей и тракторов | |
| элементы экономического анализа в организации и проведении практической деятельности по разработке электрооборудования автомобилей и тракторов на предприятии | ИД-1ПК-1 | | + | + | | | | | | Контрольная работа/Количественные показатели надёжности с учётом опыта разработки, производства и эксплуатации электрооборудования автомобилей и тракторов | |
| особенности управления проектами разработки электрооборудования автомобилей и тракторов | ИД-1ПК-1 | | | + | | + | | | | Контрольная работа/Надёжность как показатель качества технического устройства в составе электрооборудования автомобилей и тракторов | |
| основные проектно-конструкторские решения и новые технологические решения в области электрооборудования сложных технических объектов, в том числе автомобилей и тракторов | ИД-2ПК-1 | | | | | + | | | | Контрольная работа/Количественные показатели надёжности с учётом опыта разработки, производства и эксплуатации электрооборудования автомобилей и тракторов | |
| современные модели, позволяющие прогнозировать свойства и поведение элементов и систем электрооборудования автомобилей и тракторов | ИД-2ПК-1 | | | | | | | | + | Контрольная работа/Проявление отказов в техническом устройстве с избыточной структурой, в частности, в элементе или системе электрооборудования автомобилей и тракторов | |
| современные методы и средства анализа вариантов, разработки и поиска проектных решений | ИД-2ПК-1 | | | | | | | | | + | Контрольная работа/Проявление отказов в техническом устройстве с избыточной структурой, в частности, в элементе или системе электрооборудования автомобилей и тракторов |
| правила и рекомендации по составлению инструкций по эксплуатации оборудования и программ испытаний | ИД-2ПК-1 | | + | | | | | | | | Контрольная работа/Понятие о функциональной пригодности технического устройства в структурах электрооборудования автомобилей и тракторов |
| особенности осуществления технико-экономического обоснования проектов | ИД-2ПК-1 | | | | + | | | | | | Контрольная работа/Проявление отказов в техническом устройстве с избыточной |

| | | | | | | | | | | |
|---|----------|--|--|--|--|--|--|---|---|--|
| | | | | | | | | | | структурой, в частности, в элементе или системе электрооборудования автомобилей и тракторов |
| цели и задачи исследования и проектирования электрооборудования сложных технических объектов, в том числе автомобилей и тракторов, базовые приоритеты, основные критерии оценки решения таких задач | ИД-2ПК-1 | | | | | | | + | | Контрольная работа/Понятие о функциональной пригодности технического устройства в структурах электрооборудования автомобилей и тракторов |
| основные виды современных и перспективных средств автоматизации проектирования и технологической подготовки производства | ИД-2ПК-1 | | | | | | | | + | Контрольная работа/Понятие о функциональной пригодности технического устройства в структурах электрооборудования автомобилей и тракторов |

4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)

4.1. Текущий контроль успеваемости

3 семестр

Форма реализации: Письменная работа

1. Количественные показатели надёжности с учётом опыта разработки, производства и эксплуатации электрооборудования автомобилей и тракторов (Контрольная работа)
2. Надёжность как показатель качества технического устройства в составе электрооборудования автомобилей и тракторов (Контрольная работа)
3. Понятие о функциональной пригодности технического устройства в структурах электрооборудования автомобилей и тракторов (Контрольная работа)
4. Проявление отказов в техническом устройстве с избыточной структурой, в частности, в элементе или системе электрооборудования автомобилей и тракторов (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №3)

Оценка за освоение дисциплины определяется с учётом семестровой составляющей, формируемой из оценок, полученных при текущем контроле с весовыми коэффициентами, указанными в БАРС-структуре дисциплины, и экзаменационной составляющей, полученной за экзамен.

В диплом выставляется оценка за 3 семестр.

Примечание: Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Безопасность и надёжность технических систем : учебное пособие для вузов по специальности "Испытание летательных аппаратов" / Л. Н. Александровская, [и др.] . – М. : Логос : Университетская книга, 2008 . – 376 с. – (Новая унив. б-ка) . - ISBN 978-5-9870411-5-5 .;
2. Березкин, Е. Ф. Надёжность и техническая диагностика систем : учебное пособие / Е. Ф. Березкин . – Санкт-Петербург : Лань, 2022 . – 260 с. – (Учебники для вузов. Специальная литература) . - ISBN 978-5-8114-3375-9 .;
3. Папков, Б. В. Надёжность и эффективность электроснабжения : Учебное пособие / Б. В. Папков, Нижегород. гос. техн. ун-т (Нижегор. ГТУ) . – Н. Новгород : Изд-во Нижегород. ун-та, 1996 . – 209 с. - ISBN 5-230-03020-8 : 4.00 .;
4. Антонов, Б. М. Системы электроснабжения с нетрадиционными и возобновляемыми источниками энергии : вопросы повышения эффективности и надёжности при работе в автономных режимах и совместно с сетью переменного и постоянного тока / Б. М. Антонов, Н. Н. Баранов, В. М. Батенин . – Москва : Печатный салон "ШАНС", 2019 . – 176 с. - ISBN 978-5-6042605-0-0 .;

5. Анализ надежности технических систем по цензурированным выборкам / В. М. Скрипник, [и др.] . – М. : Радио и связь, 1988 . – 183 с.;
6. Алексаньян И. М., Нахимович И. А.- "Основы теории надёжности", Издательство: "РГУПС", Ростов-на-Дону, 2017 - (116 с.)
<https://e.lanbook.com/book/129300>;
7. В. Ф. Калинин, А. В. Кобелев, С. В. Кочергин- "Надёжность систем электроснабжения", Издательство: "Тамбовский государственный технический университет (ТГТУ)", Тамбов, 2011 - (81 с.)
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=277978>.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. Office / Российский пакет офисных программ;
2. SimInTech;
3. AutoCAD/ T Flex CAD (версия для обучающихся и преподавателей).

5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. База данных ВИНТИ online - <http://www.viniti.ru/>
5. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
6. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
7. Официальный сайт Министерства науки и высшего образования Российской Федерации - <https://minobrnauki.gov.ru>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

| Тип помещения | Номер аудитории, наименование | Оснащение |
|---|-------------------------------------|--|
| Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля | М-602, Учебная аудитория | парта, стол преподавателя, стул, доска интерактивная, мультимедийный проектор, доска маркерная, компьютер персональный |
| Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП | М-602, Учебная аудитория | парта, стол преподавателя, стул, доска интерактивная, мультимедийный проектор, доска маркерная, компьютер персональный |
| Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации | М-602, Учебная аудитория | парта, стол преподавателя, стул, доска интерактивная, мультимедийный проектор, доска маркерная, компьютер персональный |
| Помещения для самостоятельной работы | НТБ-201, Компьютерный читальный зал | стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер |
| Помещения для консультирования | М-602, Учебная аудитория | парта, стол преподавателя, стул, доска интерактивная, мультимедийный проектор, доска маркерная, компьютер персональный |
| Помещения для хранения оборудования | М-608/1, Аудитория каф. | кресло рабочее, рабочее место сотрудника, стол компьютерный, стул, шкаф для |

| | | |
|----------------------|-----------|---|
| и учебного инвентаря | "ЭКАОиЭТ" | документов, шкаф для одежды, тумба, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, кондиционер, 3D-принтер |
|----------------------|-----------|---|

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Надежность электрооборудования автомобилей и тракторов

(название дисциплины)

3 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Надёжность как показатель качества технического устройства в составе электрооборудования автомобилей и тракторов (Контрольная работа)
- КМ-2 Понятие о функциональной пригодности технического устройства в структурах электрооборудования автомобилей и тракторов (Контрольная работа)
- КМ-3 Количественные показатели надёжности с учётом опыта разработки, производства и эксплуатации электрооборудования автомобилей и тракторов (Контрольная работа)
- КМ-4 Проявление отказов в техническом устройстве с избыточной структурой, в частности, в элементе или системе электрооборудования автомобилей и тракторов (Контрольная работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

| Номер раздела | Раздел дисциплины | Индекс КМ: | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 | КМ-4 |
|---------------|---|------------|------|------|------|------|
| | | Неделя КМ: | 4 | 8 | 12 | 16 |
| 1 | Основные определения. Положение о надёжности как о показателе качества технического устройства в составе электрооборудования автомобилей и тракторов | | | | | |
| 1.1 | Основные определения. Положение о надёжности как о показателе качества технического устройства в составе электрооборудования автомобилей и тракторов | | + | + | + | |
| 2 | Пригодность технического устройства в структурах электрооборудования автомобилей и тракторов с позиций выполнения требуемых задач | | | | | |
| 2.1 | Пригодность технического устройства в структурах электрооборудования автомобилей и тракторов с позиций выполнения требуемых задач | | | | + | |
| 3 | Влияние на надёжность технических устройств, в том числе элементов и систем электрооборудования автомобилей и тракторов, устойчивости их производства | | | | | |
| 3.1 | Влияние на надёжность технических устройств, в том числе элементов и систем электрооборудования автомобилей и тракторов, устойчивости их производства | | + | | + | + |
| 4 | Базовые характеристики надёжности с учётом опыта разработки, производства и эксплуатации электрооборудования автомобилей и тракторов | | | | | |
| 4.1 | Базовые характеристики надёжности с учётом опыта разработки, производства и эксплуатации электрооборудования автомобилей и тракторов | | + | | + | |
| 5 | Структурная надёжность технического устройства, в том числе элемента или системы электрооборудования | | | | | |

| | | | | | |
|------------|---|----|----|----|----|
| | автомобиля или трактора | | | | |
| 5.1 | Структурная надёжность технического устройства, в том числе элемента или системы электрооборудования автомобиля или трактора | + | | | |
| 6 | Отказы в техническом устройстве с избыточной структурой, структурная оптимизация и оптимальность резервированного технического устройства | | | | |
| 6.1 | Отказы в техническом устройстве с избыточной структурой, структурная оптимизация и оптимальность резервированного технического устройства | | + | | + |
| 7 | Отказы в техническом устройстве с избыточной структурой, в частности, в элементе или системе электрооборудования автомобиля или трактора, их проявления и особенности | | | | |
| 7.1 | Отказы в техническом устройстве с избыточной структурой, в частности, в элементе или системе электрооборудования автомобиля или трактора, их проявления и особенности | | | | + |
| 8 | Структурная оптимизация и оптимальность резервированного технического устройства с учётом особенностей элементов и систем электрооборудования автомобилей и тракторов | | | | |
| 8.1 | Структурная оптимизация и оптимальность резервированного технического устройства с учётом особенностей элементов и систем электрооборудования автомобилей и тракторов | | + | + | + |
| Вес КМ, %: | | 25 | 25 | 25 | 25 |