

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет**

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по образовательной  
деятельности

 А.Б. Петроченков

« 06 » сентября 20 22 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дисциплина:** Электромобили  
(наименование)

**Форма обучения:** очная  
(очная/очно-заочная/заочная)

**Уровень высшего образования:** бакалавриат  
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

**Общая трудоёмкость:** 108 (3)  
(часы (ЗЕ))

**Направление подготовки:** 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника  
(код и наименование направления)

**Направленность:** Электроэнергетика и электротехника (общий профиль, СУОС)  
(наименование образовательной программы)

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели и задачи дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование у обучающихся компетенций в области конструкции, эксплуатации и оценки основных характеристик электромобилей

### 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

электромобиль;  
зарядные устройства;  
высоковольтные батареи

### 1.3. Входные требования

Не предусмотрены

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

| Компетенция | Индекс индикатора | Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)   | Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения   | Средства оценки |
|-------------|-------------------|---|--|-----------------|
| ПК-3.1      | ИД-1ПК-3.1        | Знает технические характеристики электромобилей, особенности конструкции и компоновки электромобилей, зарядных устройств, высоковольтных батарей, методы и средства определения тягово-энергетических и эколого-экономических характеристик | Знает основы технологии постпродажного обслуживания; технические характеристики, конструктивные особенности, назначение, принцип работы и правила эксплуатации используемого для технического обслуживания оборудования АТС; методы и средства измерения параметров, характеристик и данных режима работы электрооборудования АТС. | Зачет           |

| Компетенция | Индекс индикатора | Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)   | Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения  | Средства оценки                |
|-------------|-------------------|---|---|--------------------------------|
| ПК-3.1      | ИД-2ПК-3.1        | Умеет работать в малых группах с лабораторным оборудованием, использовать типовые методы расчета тягово-энергетических характеристик силовой установки электромобиля, оценивать эколого-экономическую эффективность электромобиля | Умеет работать в коллективе и в команде, выстраивать эффективные коммуникации с коллегами, руководством, поставщиками и потребителями; использовать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество | Защита лабораторной работы     |
| ПК-3.1      | ИД-3ПК-3.1        | Владеет навыками работы с технической документацией тягового электрооборудования электромобилей, понимает и читает чертежи и схемы систем преобразования энергии и управления электромобилей                                      | Владеет навыками работы с технической документацией и сервисными инструкциями, читает технологические чертежи, понимает электрические схемы, может систематизировать технический материал   | Отчёт по практическому занятию |

### 3. Объем и виды учебной работы

| Вид учебной работы   | Всего часов | Распределение по семестрам в часах |  |
|--|-------------|------------------------------------|--|
|  |             | Номер семестра                     |  |
|  |             | 5                                  |  |
| 1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме: | 54          | 54                                 |  |
| 1.1. Контактная аудиторная работа, из них:   |             |                                    |  |
| - лекции (Л)   | 18          | 18                                 |  |
| - лабораторные работы (ЛР)   | 16          | 16                                 |  |
| - практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)        | 18          | 18                                 |  |
| - контроль самостоятельной работы (КСР)  | 2           | 2                                  |  |
| - контрольная работа   |             |                                    |  |
| 1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)  | 54          | 54                                 |  |
| 2. Промежуточная аттестация  |             |                                    |  |
| Экзамен  |             |                                    |  |
| Дифференцированный зачет   |             |                                    |  |
| Зачет  | 9           | 9                                  |  |
| Курсовой проект (КП)   |             |                                    |  |
| Курсовая работа (КР)   |             |                                    |  |
| Общая трудоемкость дисциплины  | 108         | 108                                |  |

#### 4. Содержание дисциплины

| Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием   | Объем аудиторных занятий по видам в часах |    |    | Объем внеаудиторных занятий по видам в часах |
|--|---|----|----|--|
|  | Л   | ЛР | ПЗ | СРС  |
| 5-й семестр  |   |    |    |  |
| тенденции развития электромобилей  | 2   | 0  | 2  | 6  |
| <p>Исторические аспекты развития электромобильного транспорта. Ключевые разработки и результаты опытной эксплуатации отечественных и зарубежных электромобилей. Особенности конструкции и применяемой компонентной базы первых электромобилей. Экологическое воздействие автомобилей на состояние атмосферного воздуха. Основные группы загрязняющих веществ. Состав отработавших газов АТС. Нормирование вредных выбросов автомобилей и нормативные документы. Проблемы потребления углеводородного топлива. Динамика темпа автомобилизации. Направления совершенствования двигателей внутреннего сгорания в условиях технического прогресса и топливно-энергетического кризиса. Использование энергии на этапе "источник первичного топлива - тяговая аккумуляторная батарея". Использование энергии на этапе "тяговая аккумуляторная батарея - колёса". Экологические аспекты использования электромобилей. Пути решения проблемы экологии АТС на базе перспективных энергоустановок. Прогноз развития транспортных энергоустановок. Государственная поддержка научно-исследовательских программ автомобилестроения. Перспективные направления развития экономичных и экологически чистых транспортных средств. Электромобили и автомобили с комбинированными энергоустановками (КЭУ) с возможностью заряда тяговых источников тока от электросети общего назначения. Развитие зарядной инфраструктуры для электромобилей. Стратегические направления развития экологически чистых энергоустановок на транспорте.</p> |   |    |    |  |

| Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием  | Объем аудиторных занятий по видам в часах |    |    | Объем внеаудиторных занятий по видам в часах |
|---|---|----|----|--|
|   | Л   | ЛР | ПЗ | СРС  |
| Обзор существующих разработок и серийных образцов электромобилей  | 2   | 0  | 2  | 6  |
| Общие положения. Основные термины и определения. Классификация транспортных средств по энергетическому обеспечению. Классификация транспортных средств по структуре и схеме взаимодействия основных компонентов энергетической установки. Классификация транспортных средств по уровню экологической безопасности. Обзор существующих разработок и серийных образцов электромобилей. Энергетические установки без использования двигателей внутреннего сгорания. Электромобили. Электромобили с увеличенным запасом хода. Подключаемые гибридные автомобили. Использование серийных транспортных средств в качестве базовых для электромобилей. Изменение массы АТС при конвертации в электромобиль. Использование транспортных средств специального исполнения. Выбор способа установки и расположения тяговой аккумуляторной батареи на борту транспортного средства.   |   |    |    |  |
| Система тягового электрооборудования электромобилей   | 2   | 4  | 2  | 6  |
| Основные компоненты системы тягового электрооборудования электромобиля и автомобиля с КЭУ. Назначение и особенности функционирования основных узлов и агрегатов энергетической системы транспортного средства. Режимы и алгоритмы работы основных компонентов системы тягового электрооборудования транспортного средства. Тяговый источник-накопитель электрической энергии. Тяговый электродвигатель-генератор (ТЭД). Система преобразования энергии и управления работой ТЭД. Коммутационная аппаратура для транспортных средств. Тормозные реостаты и дроссели. Автомобильное и вспомогательное электрооборудование. Датчики контроля состояния компонентов системы тягового электрооборудования. Основные электрические, электромеханические и энергетические характеристики компонентов системы тягового электрооборудования. Аварийные режимы работы электрооборудования и способы его защиты. Основные параметры, определяющие тягово-энергетические характеристики силовой установки электромобиля. Исходные данные для тягово-энергетического расчета. Используемые коэффициенты. Циклы движения транспортных |   |    |    |  |

| Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием   | Объем аудиторных занятий по видам в часах |    |    | Объем внеаудиторных занятий по видам в часах |
|--|---|----|----|--|
|  | Л   | ЛР | ПЗ | СРС  |
| средств (стандартизированные, идеализированные, приближенные к реальным). Основные расчетные зависимости. Методика расчета. Пример получаемых результатов. Основы математического описания движения электромобиля.   |   |    |    |  |
| Тяговые источники-накопители электрической энергии для электромобилей  | 2   | 4  | 2  | 6  |
| Химические источники тока и их основные характеристики. Удельная энергия и удельная мощность. Зарядно-разрядные характеристики. Степень заряженности. Основы теории различных типов аккумуляторов и емкостных накопителей энергии. Особенности конструкции различных типов аккумуляторов и емкостных накопителей энергии. Электрические и эксплуатационные характеристики различных типов аккумуляторов и емкостных накопителей энергии. Свинцово-кислотные аккумуляторы. Никель-кадмиевые аккумуляторы. Натрий-серные аккумуляторы. Алюминий-воздушные аккумуляторы. Никель-металлогидридные аккумуляторы. Аккумуляторные батареи на основе литий-ионной технологии. Основные типы литий-ионных аккумуляторов, характеристики, преимущества и недостатки. Другие типы аккумуляторов. Обзор существующих разработок и серийно производимых аккумуляторов и емкостных накопителей энергии для электромобилей. Расчет и определение характеристик тяговой батареи накопителей энергии. |   |    |    |  |
| Тяговые электродвигатели-генераторы и система преобразования энергии и управления  | 2   | 4  | 2  | 6  |
| Машины постоянного тока. Машины переменного тока. Проблемы применения машин постоянного и переменного тока в качестве тяговых. Преимущества и недостатки применительно к использованию в составе тягового электропривода. Асинхронные электрические машины (АМ). Характеристики и способы управления АМ. Реализация тяговых и тормозных режимов асинхронных электрических машин. Синхронные электрические машины (СМ). Синхронные электрические машины с возбуждением от постоянных магнитов. Характеристики и способы управления СМ. Реализация тяговых и тормозных режимов синхронных электрических машин. Индукторные электрические машины (ИМ). Характеристики и способы управления ИМ. Реализация тяговых и тормозных режимов ИМ. Тяговые полупроводниковые регуляторы тока и преобразователи напряжения. Структурные схемы   |   |    |    |  |

| Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием   | Объем аудиторных занятий по видам в часах |    |    | Объем внеаудиторных занятий по видам в часах |
|--|---|----|----|--|
|  | Л   | ЛР | ПЗ | СРС  |
| и принципы работы автономных инверторов. Принципы широтно-импульсного регулирования тока и напряжения. Обзор и анализ преобразовательного электрооборудования современных автомобилей (на примере Toyota Prius).   |   |    |    |  |
| Бортовые зарядные устройства электромобилей  | 2   | 0  | 2  | 6  |
| Назначение бортовых зарядных устройств (БЗУ). Основные функции и характеристики. Режимы работы. Варианты схемного исполнения. Принцип действия. Основы автоматического управления БЗУ. Взаимосвязь с зарядной инфраструктурой. Примеры применяемых устройств. Проблемы отопления воздуха салона электромобилей. Назначение устройств системы отопления и кондиционирования воздуха салона электромобилей и электробусов. Основные функции и характеристики. Режимы работы. Варианты схемного исполнения. Принцип действия. Основы автоматического управления. Примеры применяемых устройств. |   |    |    |  |
| Понижающие преобразователи постоянного напряжения транспортного назначения   | 2   | 2  | 2  | 6  |
| Проблемы электроснабжения низковольтных бортовых потребителей электромобиля. Назначение понижающих преобразователей постоянного напряжения (ППН). Основные функции и характеристики ППН. Режимы работы. Варианты схемного исполнения ППН. Принцип действия. Основы автоматического управления ППН. Примеры применяемых устройств.  |   |    |    |  |
| Устройства силовой коммутации напряжения. Вспомогательная низковольтная аккумуляторная батарея   | 2   | 2  | 2  | 6  |
| Назначение устройств силовой коммутации (УСК). Основные функции и характеристики УСК. Режимы работы. Варианты схемного исполнения УСК. Принцип действия. Предварительный заряд входной ёмкости преобразовательного электрооборудования. Примеры применяемых УСК и используемых компонентов. Силовые контакторы и реле. Вспомогательная низковольтная аккумуляторная батарея (АБ). Основные функции и характеристики АБ. Режимы работы АБ. Место и роль в системе электроснабжения низковольтных бортовых потребителей.   |   |    |    |  |
| Устройства контроля и управления компонентами системы тягового электрооборудования   | 2   | 0  | 2  | 6  |
| Основные системы и устройства контроля и   |   |    |    |  |

| Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием  | Объем аудиторных занятий по видам в часах |    |    | Объем внеаудиторных занятий по видам в часах |
|---|---|----|----|--|
|   | Л   | ЛР | ПЗ | СРС  |
| управления компонентами тягово-энергетического оборудования (УКИУ). Назначение УКИУ. Основные функции. Принцип действия. Схемное исполнение. Состав оборудования. Датчики обратных связей в УКИУ. Система контроля состояния тягового источника тока. Система контроля сопротивления изоляции электромобиля. Устройства защитного отключения. |   |    |    |  |
| ИТОГО по 5-му семестру  | 18  | 16 | 18 | 54   |
| ИТОГО по дисциплине   | 18  | 16 | 18 | 54   |

### Тематика примерных практических занятий

| № п.п. | Наименование темы практического (семинарского) занятия |
|--------|--|
| 1      | Особенности конструкции и компоновки электромобилей    |
| 2      | Система тягового электрооборудования электромобилей    |
| 3      | Бортовые зарядные устройства электромобилей            |
| 4      | Эколого-экономическая эффективность электромобиля      |

### Тематика примерных лабораторных работ

| № п.п. | Наименование темы лабораторной работы  |
|--------|--|
| 1      | Определение требуемых тягово-энергетических характеристик силовой установки электромобиля      |
| 2      | Тяговые источники-накопители электрической энергии для электромобилей                          |
| 3      | Тяговые электродвигатели-генераторы и система преобразования энергии и управления              |
| 4      | Понижающие преобразователи постоянного напряжения транспортного назначения                     |
| 5      | Устройства силовой коммутации напряжения. Вспомогательная низковольтная аккумуляторная батарея |

## 5. Организационно-педагогические условия

### 5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

Проведение лабораторных занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором обучающиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности обучающихся на достижение целей занятия.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

### 5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

## 6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

### 6.1. Печатная учебно-методическая литература

| № п/п                         | Библиографическое описание<br>(автор, заглавие, вид издания, место, издательство,<br>год издания, количество страниц)   | Количество<br>экземпляров в<br>библиотеке |
|-------------------------------|---|---|
| <b>1. Основная литература</b> |   |   |
| 1                             | Герман-Галкин С. Г. Виртуальные лаборатории полупроводниковых систем в среде Matlab-Simulink : учебник. Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2013. 442 с. 36,40 усл. печ. л. | 2   |
| 2                             | Златин П. А., Кеменов В. А., Ксенович И. П. Электромобили и гибридные автомобили. Москва : Агроконсалт, 2004. 413 с., 4 вкл. л. 33,54 усл. печ. л.                      | 1   |

|   |   |    |
|---|---|----|
| 3   | Терехов В.М., Осипов О.И. Системы управления электроприводов : учебник для вузов. 3-е изд., стер. М. : Академия, 2008. 300 с.   | 35 |
| 4   | Яковлев В. Ф. Современные зарядные и пусковые устройства для автомобилей : учебное пособие. 2-е изд., стер. Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2021. 162 с. 13,33 усл. печ. л. | 3  |
| <b>2. Дополнительная литература</b>                                       |   |    |
| <b>2.1. Учебные и научные издания</b>                                     |   |    |
| 1   | Соснин Д. А., Яковлев В. Ф. Новейшие автомобильные электронные системы : учебное пособие для вузов. Москва : СОЛОН-Пресс, 2005. 239 с.                                      | 13 |
| 2   | Теория и расчет тягового привода электромобилей : учебное пособие для вузов / Ефремов И. С., Пролыгин А. П., Андреев Ю. М., Миндлин А. Б. Москва : Высш. шк., 1984. 383 с.  | 1  |
| 3   | Электромобиль. Техника и экономика / Щетина В. А., Морговский Ю. Я., Центр Б. И., Богомазов В. А. Ленинград : Машиностроение, 1987. 253 с.                                  | 5  |
| 4   | Электротехнические системы автотранспортных средств и их роботизированных производств : Межвуз. сб. науч. тр. М. : Изд-во МАМИ, 1997. 108 с.                                | 1  |
| <b>2.2. Периодические издания</b>   |   |    |
| 1   | Автомобильная промышленность : научно-технический журнал. Москва : Машиностроение, 1930 - .   |    |
| <b>2.3. Нормативно-технические издания</b>                                |   |    |
|   | Не используется   |    |
| <b>3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины</b>      |   |    |
|   | Не используется   |    |
| <b>4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента</b> |   |    |
|   | Не используется   |    |

## 6.2. Электронная учебно-методическая литература

| Вид литературы            | Наименование разработки  | Ссылка на информационный ресурс   | Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ) |
|---------------------------|--|---|---|
| Дополнительная литература | Уланов А. Г. Теория наземных транспортных средств. Тяговые расчеты электромобиля. Челябинск : ЮУрГУ, 2018. 389 с. URL: <a href="https://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-146043">https://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-146043</a> (дата обращения: 06.09.2022). | <a href="https://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-146043">https://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-146043</a> | сеть Интернет; авторизованный доступ  |

### **6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

| Вид ПО   | Наименование ПО  |
|--|--|
| Операционные системы                                 | MS Windows 11 (подп. Azure Dev Tools for Teaching )          |
| Офисные приложения.                                  | Adobe Acrobat Reader DC. бесплатное ПО просмотра PDF         |
| Офисные приложения.                                  | Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567            |
| Прикладное программное обеспечение общего назначения | Dr.Web Enterprise Security Suite, 3000 лиц, ПНИПУ ОЦНИТ 2017 |

### **6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

| Наименование  | Ссылка на информационный ресурс                                     |
|---|---|
| Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета | <a href="http://lib.pstu.ru/">http://lib.pstu.ru/</a>               |
| Электронно-библиотечная система Лань  | <a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>         |
| Электронно-библиотечная система IPRbooks  | <a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a> |
| Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс   | <a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>   |

### **7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине**

| Вид занятий          | Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения | Количество единиц |
|----------------------|---|-------------------|
| Лабораторная работа  | макет электромобиля, зарядное устройство  | 1                 |
| Лекция               | ноутбук, проектор   | 1                 |
| Практическое занятие | ноутбук, проектор   | 1                 |

### **8. Фонд оценочных средств дисциплины**

|                              |
|------------------------------|
| Описан в отдельном документе |
|------------------------------|

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Пермский национальный исследовательский политехнический  
университет»

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине  
«**Электромобили**»  
*Приложение к рабочей программе дисциплины*

**Направление подготовки:** 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

**Направленность (профиль)  
образовательной программы:** Электрооборудование автомобилей и  
электромобили

**Квалификация выпускника:** «Бакалавр»

**Выпускающая кафедра:** Автомобили и технологические машины

**Форма обучения:** Очная

**Курс:** 3

**Семестр:** 5

**Трудоёмкость:**

Кредитов по рабочему учебному плану: 3 ЗЕ

Часов по рабочему учебному плану: 108 ч.

**Форма промежуточной аттестации:**

Зачёт: 5 семестр

Пермь 2022

**Фонд оценочных средств** для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине "Электромобили" является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине разработан в соответствии с общей частью фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации основной образовательной программы, которая устанавливает систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

### 1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине, объекты оценивания и виды контроля

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (пятого семестра учебного плана) и разбито на 2 учебных модуля. В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные, практические и лабораторные занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения по дисциплине "Электромобили" (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, сдаче отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и зачета. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

| Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)  | Вид контроля |     |                                      |              |          |       |
|--|--------------|-----|--------------------------------------|--------------|----------|-------|
|  | Текущий      |     | Рубежный                             |              | Итоговый |       |
|  | С            | ТО  | ОЛР/<br>ОПЗ                          | Т/КР         |          | Зачёт |
| <b>Усвоенные знания</b>  |              |     |                                      |              |          |       |
| <b>З.1</b> знать технические характеристики электромобилей, особенности конструкции и компоновки электромобилей          |              | ТО1 |                                      | КР1          |          | ТВ    |
| <b>З.2</b> знать особенности конструкции и компоновки зарядных устройств, высоковольтных батарей                         | С1           | ТО2 |                                      | КР1          |          | ТВ    |
| <b>З.3.</b> знать методы и средства определения тягово-энергетических и эколого-экономических характеристик              |              | ТО3 |                                      | КР2          |          | ТВ    |
| <b>Освоенные умения</b>  |              |     |                                      |              |          |       |
| <b>У.1</b> уметь работать в малых группах с лабораторным оборудованием   |              |     | ОЛР1<br>ОЛР2<br>ОЛР3<br>ОЛР4<br>ОЛР5 |              |          | ПЗ    |
| <b>У.2</b> уметь использовать типовые методы расчета тягово-энергетических характеристик силовой установки электромобиля |              |     | ОЛР2<br>ОЛР3                         | ОП32<br>ОП33 |          | ПЗ    |
| <b>У.3.</b> уметь оценивать эколого-экономическую  |              |     |                                      | ОП34         |          | ПЗ    |

|  |  |  |      |  |  |    |
|--|--|--|------|--|--|----|
| эффективность электромобиля  |  |  |      |  |  |    |
| <b>Приобретенные владения</b>  |  |  |      |  |  |    |
| <b>В.1</b> владеть навыками работы с технической документацией тягового электрооборудования электромобилей   |  |  | ОЛР6 |  |  | ПЗ |
| <b>В.2</b> владеть навыками чтения чертежей и схем систем преобразования энергии и управления электромобилей |  |  | ОЛР7 |  |  | ПЗ |

*С – собеседование по теме; ТО – коллоквиум (теоретический опрос); КЗ – кейс-задача (индивидуальное задание); ОЛР – отчет по лабораторной работе; ОПЗ – отчет по практическому занятию; Т/КР – рубежное тестирование (контрольная работа); ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание; КЗ – комплексное задание дифференцированного зачета.*

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде зачета, проводимая с учётом результатов текущего и рубежного контроля.

## **2. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения**

Текущий контроль успеваемости имеет целью обеспечение максимальной эффективности учебного процесса, управление процессом формирования заданных компетенций обучаемых, повышение мотивации к учебе и предусматривает оценивание хода освоения дисциплины. В соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ предусмотрены следующие виды и периодичность текущего контроля успеваемости обучающихся:

- входной контроль, проверка исходного уровня подготовленности обучаемого и его соответствия предъявляемым требованиям для изучения данной дисциплины;
- текущий контроль усвоения материала (уровня освоения компонента «знать» заданных компетенций) на каждом групповом занятии и контроль посещаемости лекционных занятий;
- промежуточный и рубежный контроль освоения обучаемыми отдельных компонентов «знать», «уметь» заданных компетенций путем компьютерного или бланочного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ (индивидуальных домашних заданий), защиты отчетов по лабораторным работам, рефератов, эссе и т.д.

Рубежный контроль по дисциплине проводится на следующей неделе после прохождения модуля дисциплины, а промежуточный – во время каждого контрольного мероприятия внутри модулей дисциплины;

- межсессионная аттестация, единовременное подведение итогов текущей успеваемости не менее одного раза в семестр по всем дисциплинам для каждого направления подготовки (специальности), курса, группы;
- контроль остаточных знаний.

### **2.1. Текущий контроль усвоения материала**

Текущий контроль усвоения материала в форме собеседования или выборочного теоретического опроса студентов проводится по каждой теме.

Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

## **2.2. Рубежный контроль**

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных владений (табл. 1.1) проводится в форме защиты отчетов по практическим и лабораторным работам и рубежных контрольных работ (после изучения каждого модуля учебной дисциплины).

### **2.2.1. Защита лабораторных работ**

Всего запланировано 5 лабораторных работ и 4 практических занятия. Типовые темы лабораторных работ и практических занятий приведены в РПД.

Защита отчетов по практическим и лабораторным работам проводится индивидуально каждым студентом или группой студентов. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

### **2.2.2. Рубежная контрольная работа**

Согласно РПД запланировано 2 рубежные контрольные работы (КР) после освоения студентами учебных модулей дисциплины. Первая КР по модулю 1 «Основы конструкции», вторая КР – по модулю 2 «Практика расчета и оценки характеристик электромобилей».

#### **Типовые задания первой КР:**

1. Описание структуры топливного цикла. Эффективность использования первичного топлива на этапе «первичный источник» - «колеса» для ЭМ. Потери энергии в тягово-энергетической системе транспортного средства.

2. Основные элементы электромобиля. Простейшая структурная схема силовой установки электромобиля. Характеристики серийных электромобилей (состав оборудования, особенности конструкции).

3. Основные термины и определения в отношении ЭМ. Классификация электромобилей.

4. Направления развития и совершенствования силовых установок АТС.

#### **Типовые задания второй КР:**

1. Описание системы контроля состояния тягового источника тока.

2. Характеристика основных типов химических источников тока для электромобилей

3. Особенности конструкции и характеристики никель-кадмиевых аккумуляторов.

Типовые шкала и критерии оценки результатов рубежной контрольной работы приведены в общей части ФОС образовательной программы.

## **2.3. Выполнение комплексного индивидуального задания на самостоятельную работу**

Для оценивания навыков и опыта деятельности (владения), как результата обучения по дисциплине, не имеющей курсового проекта или работы, используется индивидуальное комплексное задание студенту.

Типовые шкала и критерии оценки результатов защиты индивидуального комплексного задания приведены в общей части ФОС образовательной программы.

## **2.4. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)**

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача всех отчетов по практическим и лабораторным работам и положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

### **2.4.1. Процедура промежуточной аттестации без дополнительного аттестационного испытания**

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета. Зачет по дисциплине основывается на результатах выполнения предыдущих индивидуальных заданий студента по данной дисциплине.

Критерии выведения итоговой оценки за компоненты компетенций при проведении промежуточной аттестации в виде зачета приведены в общей части ФОС образовательной программы.

### **2.4.2. Процедура промежуточной аттестации с проведением аттестационного испытания**

В отдельных случаях (например, в случае переаттестации дисциплины) промежуточная аттестация в виде зачета по дисциплине может проводиться с проведением аттестационного испытания по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний, практические задания (ПЗ) для проверки освоенных умений и комплексные задания (КЗ) для контроля уровня приобретенных владений всех заявленных компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности *всех* заявленных компетенций.

#### **2.4.2.1. Типовые вопросы и задания для зачета по дисциплине**

##### **Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:**

1. История развития электромобильного транспорта в нашей стране и за рубежом.
2. Экологическое воздействие автомобилей на состояние атмосферного воздуха.
3. Основные группы загрязняющих веществ. Состав отработавших газов АТС.
4. Нормирование вредных выбросов автомобилей и нормативные документы.
5. Проблемы потребления углеводородного топлива. Динамика темпа автомобилизации.
6. Пути решения проблемы экологии АТС на базе перспективных энергоустановок.

##### **Типовые вопросы и практические задания для контроля освоенных умений:**

1. Провести анализ обобщенной структурной схемы силовой части электроэнергетической системы современного транспортного средства с электрическим приводом.

2. Выполнить расчет тягового источника тока.
3. Нарисовать векторное изображение синусоидальной электрической величины.
4. Привести типовой алгоритм управления транзисторными ключами инвертора.

#### **Типовые комплексные задания для контроля приобретенных владений:**

1. Проанализировать принципиальную электрическую схему силовой части мостового однонаправленного трансформаторного преобразователя постоянного напряжения. Основные компоненты, принцип действия, режимы работы.
2. Проанализировать принципиальную электрическую схему силовой части обратимого трансформаторного преобразователя постоянного напряжения. Основные компоненты, принцип действия, режимы работы.
3. Проанализировать принципиальную электрическую схему силовой части однонаправленного преобразователя постоянного напряжения с одним ключом. Основные компоненты, принцип действия, режимы работы.
4. Проанализировать принципиальную электрическую схему обратимого повышающего преобразователя постоянного напряжения. Основные компоненты, принцип действия, режимы работы.

#### **2.4.2.2. Шкалы оценивания результатов обучения на зачете**

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче зачета для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в общей части ФОС образовательной программы.

### **3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и компетенций**

#### **3.1. Оценка уровня сформированности компонентов компетенций**

При оценке уровня сформированности компетенций в рамках выборочного контроля при зачете считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой в билете компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

Общая оценка уровня сформированности всех компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в общей части ФОС образовательной программы.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде зачета используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.