

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Максимов Алексей Борисович

Должность: директор департамента по образовательной политике

Дата подписания: 31.08.2019 17:16:33

Уникальный программный ключ:

8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета урбанистики  
и городского хозяйства

  
Л.А. Марюшин

« 30 » августа 2019 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Комбинированные энергетические установки»**

Направление подготовки

**13.03.02- «Электроэнергетика и электротехника»**

Профиль подготовки

**«Электрооборудование и промышленная электроника»**

Квалификация (степень) выпускника  
**бакалавр**

Форма обучения  
**Очно-заочная**

Москва 2019 г.

## **1. Цели освоения дисциплины.**

К **основным** целям освоения дисциплины «Комбинированные энергетические установки» следует отнести:

– формирование комплекса требований, определяющих выбор систем регулирования параметров электрических машин для производственных механизмов;

– усвоение студентами теоретических и практических знаний в объёме, необходимом для создания электрических машин различных типов, а именно изучений технологии традиционного и автоматизированного проектирования объектов техники для реализации технического замысла и раскрытия инженерной сущности конструкции на всех этапах их разработки, в том числе при выполнении проектов специалистами, работающими по профилю подготовки «Электроэнергетические сервисы и технологии».

К **основным** задачам освоения дисциплины «Комбинированные энергетические установки» следует отнести:

- изучение вопросов надежности режимов работы электрических машин различных типов.

- овладение методами расчета переходных процессов, режимов работы, энергетических соотношений и построений векторных диаграмм электрических машин переменного тока.

«Комбинированные энергетические установки» – профессиональная дисциплина, которая является основой технологической подготовки студентов и способствует успешному усвоению других специальных дисциплин.

## **2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата.**

Данная дисциплина относится к части дисциплин вариативной части профессионального цикла модуля "Электроэнергетика и электротехника" основной образовательной программы подготовки бакалавров по профилю «Электроэнергетические сервисы и технологии». Дисциплина взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП.

в базовой части математического и естественнонаучного цикла (Б2):

– высшая математика;

– физика.

В базовой части профессионального цикла (Б3):

– общая энергетика;

– теоретические основы электротехники;

– теория автоматического управления.

В вариативной части профессионального цикла (Б3):

– электроника;

– электрооборудование автомобилей и тракторов;

– ТКР электрооборудования автомобилей и тракторов.

Учебная и производственная практики.

**Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы).**

В результате освоения дисциплины у обучающихся формируются следующие компетенции и должны быть достигнуты следующие результаты обучения как этап формирования соответствующих компетенций:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ОПК-2	Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	<p><b>знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• методики и способы оперативного изменения схем, режимов работы электропередач, сетей и систем</li> </ul> <p><b>уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• разрабатывать методики и способы оперативного изменения схем, режимов работы электропередач, сетей и систем</li> </ul> <p><b>владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• методами и приемами работы с компьютером как средством управления информацией;</li> <li>• методами проектирования, испытаний и диагностики</li> </ul>
ОПК-3	Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин	<p><b>знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• методики и способы самоорганизации и самообразованию</li> </ul> <p><b>уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• разрабатывать методики и способы самоорганизации и самообразованию</li> </ul> <p><b>владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• методами и приемами работы с базами данных, компьютерными системами и программами</li> </ul>
ПК-3	способностью принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической	<p><b>знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• методы выбора средств измерений</li> </ul> <p><b>уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• проводить измерение параметров АТЭ</li> </ul> <p><b>владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• методами планирования испытаний</li> </ul>

	документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования	
ПК-6	способность рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности	<p><b>знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• принципы, используемые при построении автомобильной и тракторной автоматики</li> </ul> <p><b>уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• применять методы испытаний и организовывать опытную проверку систем автоматики на транспортных средствах</li> </ul> <p><b>владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• основными методами диагностики систем автоматики для оценки их эксплуатационных характеристик</li> </ul>

### 3. Структура и содержание дисциплины.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единицы, т.е. 180 академических часа.

Из них:

54 часов – аудиторные занятия, в том числе 18 часов – лекции, 18 часов – лабораторные занятия, 18 часов – семинары и практические занятия.

126 часов – самостоятельная работа.

**Пятый семестр:** 5 зачетных единицы, форма контроля – экзамен.

### 4. Содержание разделов дисциплины.

Структура и содержание дисциплины «Комбинированные энергетические установки» по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» (бакалавриата) представлены в Приложении №1 к данной рабочей программе.

*Раздел 1. Основные сведения.*

*Раздел 2. Асинхронный двигатель.*

*Раздел 3. Синхронный двигатель.*

*Раздел 4. Специальные электрические двигатели.*

*Раздел 5. Электродвигатели постоянного тока*

*Раздел 6. Скалярное регулирование координат в электроприводах с асинхронными машинами.*

*Раздел 7. Частотное управление асинхронным двигателем.*

*Раздел 8. Шаговые электродвигатели.*

*Раздел 9. Вентильно-индукторные электродвигатели.*

## **5. Перечень и содержание занятий лекционного типа**

### **Раздел 1. Основные сведения**

Определение понятия «Комбинированные энергетические установки». Назначение электрических машин переменного тока как средства обеспечения современных технологических процессов. Комбинированные энергетические установки переменного тока как система. Структурные схемы электрических машин. Общие требования к электрическим машинам переменного тока. Краткие сведения из истории развития электрических машин переменного тока. Возможности управления координатами, характеристики, зоны работы с постоянным моментом, постоянной мощностью, вентиляторным моментом. Область применения, современное состояние и перспективы развития.

### **Раздел 2. Асинхронный двигатель**

Принцип действия, конструкция. Уравнения двигателя в естественной системе координат. Уравнения асинхронного двигателя в неподвижной и вращающейся системе координат. Уравнения момента и движения асинхронного двигателя. Скалярное и векторное управление асинхронным двигателем.

### **Раздел 3. Синхронный двигатель**

Принцип действия, конструкция. Физические процессы, параметры, режимы работы синхронных машин. Естественные и искусственные механические характеристики. Принципы управления координатами в разомкнутых структурах. Режимы работы синхронного двигателя. Пуск, синхронизация и регулирование скорости синхронных двигателей. Автоматическое регулирование тока возбуждения. Синхронный двигатель как динамический объект.

### **Раздел 4. Специальные электрические двигатели**

Вентильный двигатель с постоянными магнитами. Принцип работы вентильного двигателя. Электропривод по системе транзисторный коммутатор – вентильный двигатель с постоянными магнитами. Структурные схемы регулируемого электропривода с вентильным двигателем. Асинхронные вентильные каскады и двигатели двойного питания. Принцип работы каскадных схем асинхронного привода. Вентильно-индукторный электропривод.

### **Раздел 5. Электродвигатели постоянного тока**

Принцип работы электродвигателя постоянного тока. Разновидности электродвигателей постоянного тока: с независимым, параллельным и

последовательным возбуждением. Особенности конструкций электродвигателей постоянного тока.

## **Раздел 6. Скалярное регулирование координат в электроприводах с асинхронными машинами**

Физические процессы, параметры, схема замещения, режимы работы асинхронных машин. Естественные и искусственные статические характеристики. Расчет параметров схемы замещения асинхронного двигателя и его механических и электромеханических характеристик.

Принципы управления координатами асинхронного короткозамкнутого двигателя в разомкнутой структуре при неизменной скорости поля. Регулирование скорости АД резисторами в цепи статора и ротора, изменением числа пар полюсов. Регулирование координат электропривода в системе преобразователь напряжения - асинхронный двигатель. Схемы управления. Структурные схемы. Методы анализа и синтеза скалярных систем управления асинхронного двигателя.

## **Раздел 7. Частотное управление асинхронным двигателем**

Обобщенная функциональная схема векторного частотного управления асинхронным двигателем. Схема скалярного частотного управления с IR-компенсацией. Схема регулирования скорости асинхронного двигателя с частотно-токовым векторным управлением с косвенной ориентацией по полю и регуляторами тока, выполненных в неподвижной и вращающейся системе координат. Схема регулирования скорости асинхронного двигателя с частотно-токовым векторным управлением с косвенной ориентацией по полю и задании тока в полярных координатах. Схема векторного частотно-токового регулирования скорости асинхронного двигателя с косвенной ориентацией по полю построенная на базе автономного источника тока. Схема векторного частотно-токового регулирования скорости асинхронного двигателя с прямой ориентацией по вектору потокосцепления. Принципы построения бездатчиковых частотно-регулируемых электроприводов.

## **Раздел 8. Шаговые электродвигатели**

Структурные схемы биполярных и униполярных шаговых двигателей. Методика синтеза многоконтурных систем управления шаговыми электродвигателями. Методика расчета статических и динамических характеристик и показателей качества работы частотно-регулируемых электроприводов. Прикладные программы расчета. Вопросы линеаризации и адаптации. Цифровые системы управления работы частотно-регулируемыми электроприводами. Особенности переходных процессов в синхронном электроприводе.

## **Раздел 9. Вентильно-индукторные электродвигатели**

Структурные схемы и принципы работы вентильно-индукторных электродвигателей. Постоянные и переменные потери мощности при

номинальном и других установившихся режимах, коэффициент потерь электродвигателя. Энергетические показатели регулируемого электропривода в установившемся режиме. Потери электроэнергии в переходных процессах и способы их снижения.

## **6. Образовательные технологии.**

Методика преподавания дисциплины «Комбинированные энергетические установки» и реализация компетентного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения групповых, индивидуальных, аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков, обучающихся:

- подготовка к выполнению практических работ в лабораториях вуза;
- обсуждение и защита рефератов по дисциплине;
- организация и проведение текущего контроля знаний студентов в форме бланкового тестирования;
- проведение мастер-классов экспертов и специалистов по методам и средствам испытаний;
- проведение занятий, в том числе в интерактивных формах, определено главной целью образовательной программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием дисциплины «Цифровое управление электроприводом» и в целом по дисциплине составляют 25% аудиторных занятий. Занятия лекционного типа составляют 15% от объема аудиторных занятий.

## **7. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.**

Оценочные средства текущего контроля успеваемости включают контрольные вопросы и задания в форме устного, бланкового и (или) компьютерного тестирования, для контроля освоения обучающимися разделов дисциплины, защита курсовой работы.

*7.1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю).*

7.1.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины (модуля) формируются следующие компетенции:

<b>Код компетенции</b>	<b>В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать</b>
ОПК-2	Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и

	экспериментального исследования при решении профессиональных задач
ОПК-3	Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин
ПК-3	Способностью принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования
ПК-6	Способность рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности

В процессе освоения образовательной программы данные компетенции, в том числе их отдельные компоненты, формируются поэтапно в ходе освоения обучающимися дисциплин (модулей), практик в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса.

*7.1.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины (модуля), описание шкал оценивания.*

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю).

<b>ОПК-2 способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач</b>				
<b>Показатель</b>	<b>Критерии оценивания</b>			
	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>знать:</b> методы коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач межличностного и межкультурного	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: методы коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: методы коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач межличностного и	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: методы коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: методы коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия, свободно оперирует

<p>взаимодействи я</p>	<p>языках для решения задач межличностног о и межкультурног о взаимодействия</p>	<p>межкультурного взаимодействия.До пускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.</p>	<p>межличностного и межкультурного взаимодействия, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.</p>	<p>приобретенными знаниями.</p>
<p><b>уметь:</b> разрабатывать методы коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач межличностно го и межкультурно го взаимодействи я</p>	<p>Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет разрабатывать методы коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач межличностног о и межкультурног о взаимодействия</p>	<p>Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: разрабатывать методы коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании</p>	<p>Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: разрабатывать методы коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений</p>	<p>Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: разрабатывать методы коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия.Обуч ающийся свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.</p>

		умениями при их переносе на новые ситуации.	на новые, нестандартные ситуации.	
<b>владеть:</b> методами коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет методами коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия	Обучающийся владеет методами коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия, допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей, Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.	Обучающийся частично владеет методами коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия, навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся в полном объеме владеет методами коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия, свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.

<b>ОПК-3 Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин</b>				
<b>Показатель</b>	<b>Критерии оценивания</b>			
	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>

<p><b>знать:</b> методы самоорганизации и самообразования</p>	<p>Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: методы самоорганизации и самообразования</p>	<p>Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: методы самоорганизации и самообразования. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: методы самоорганизации и самообразования, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: методы самоорганизации и самообразования, свободно оперирует приобретенными знаниями.</p>
<p><b>уметь:</b> разрабатывать методы самоорганизации и самообразования</p>	<p>Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет разрабатывать методы самоорганизации и самообразования</p>	<p>Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: разрабатывать методы самоорганизации и самообразования. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые</p>	<p>Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: разрабатывать методы самоорганизации и самообразования. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные</p>	<p>Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: разрабатывать методы самоорганизации и самообразования. Обучающийся свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.</p>

		ситуации.	ситуации.	
<b>владеть:</b> методамисамо организации и самообразовани я	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет методамисамоо рганизации и самообразовани я	Обучающийся владеет методамисамоорга низации и самообразования, допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей, Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.	Обучающийся частично владеет методамисамоор ганизации и самообразования , навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся в полном объеме владеет методамисамооргани зации и самообразования,своб одно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.
<b>ПК-3 - способностью принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования</b>				
<b>знать:</b> •методы выбора средств измерений	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: методы выбора средств измерений	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: методы выбора средств измерений. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: методы выбора средств измерений, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических	Обучающийся демонстрируе т полное соответствие следующих знаний: методы выбора средств измерений, свободно оперирует приобретенны ми знаниями.

		испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.	операциях.	
<b>уметь:</b> проводить измерение параметров АТЭ и электропривода	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет проводить измерение параметров АТЭ и электропривода	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений проводить измерение параметров АТЭ и электропривода. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: проводить измерение параметров АТЭ и электропривода. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: проводить измерение параметров АТЭ и электропривода. Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
<b>владеть:</b> методами планирования испытаний	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет методами планирования испытаний	Обучающийся владеет методами планирования испытаний в неполном объеме, допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей, Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков	Обучающийся частично владеет методами планирования испытаний, навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные	Обучающийся в полном объеме владеет методами планирования испытаний свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.

		в новых ситуациях.	ситуации.	
--	--	--------------------	-----------	--

**ПК-6 - способность рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности**

<p><b>знать:</b> принципы, используемые при построении автомобильной и тракторной автоматики</p>	<p>Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: принципов, используемых при построении автомобильной и тракторной автоматики</p>	<p>Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний о принципах, используемых при построении автомобильной и тракторной автоматики Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует частичное соответствие знаний о теоретических и практических при построении автомобильной и тракторной автоматики, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний о теоретических и практических подходах при построении автомобильной и тракторной автоматики, свободно оперирует приобретенными знаниями.</p>
<p><b>уметь:</b> применять методы испытаний и организовывать опытную проверку систем автоматики на транспортных средствах</p>	<p>Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет применять методы испытаний и организовывать опытную проверку систем автоматики на транспортных средствах</p>	<p>Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: применять методы испытаний и организовывать опытную проверку систем автоматики на транспортных средствах. Допускаются</p>	<p>Обучающийся демонстрирует частичное соответствие умений по применению методов испытаний и организации проверок систем автоматики транспортных средств. Умения освоены, но допускаются незначительные</p>	<p>Обучающийся демонстрирует полное соответствие умений по применению методов испытаний и организации проверок систем автоматики транспортных средств. Свободно оперирует приобретенными</p>

		значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.	ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
<b>владеть:</b> основными методами диагностики систем автоматизации для оценки их эксплуатационных характеристик	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет основными методами диагностики систем автоматизации для оценки их эксплуатационных характеристик	Обучающийся владеет методами диагностики систем автоматизации для оценки их эксплуатационных характеристик в неполном объеме, допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей, Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.	Обучающийся частично владеет методами диагностики систем автоматизации для оценки их эксплуатационных характеристик, навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся в полном объеме владеет методами диагностики систем автоматизации для оценки их эксплуатационных характеристик свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.

**Форма аттестации: экзамен (5 семестр).**

*К аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Комбинированные энергетические установки».*

*Аттестация обучающихся в форме экзамена проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине, при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по*

дисциплине проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине методом экспертной оценки. По итогам аттестации по дисциплине выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

Соответствие балльной шкалы оценок, итогового рейтингового балла (Б) по результатам освоения дисциплины и уровней сформированных компетенций Оценка	Уровень сформированности компетенций	Пояснения
«5» отлично	Высокий	Теоретическое содержание курса освоено полностью, компетенции сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены
«4» хорошо	Базовый	Теоретическое содержание курса освоено полностью, компетенции сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены с незначительными замечаниями
«3» удовлетворительно	Пороговый	Теоретическое содержание курса освоено частично, компетенции сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, в них имеются ошибки
«2» неудовлетворительно	Низкий	Теоретическое содержание курса не освоено, компетенции не сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий либо не выполнены, либо содержат грубые ошибки; дополнительная самостоятельная работа над материалом не привела к какому-либо значительному повышению качества выполнения учебных заданий

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

### а) основная литература:

1. Кацман М.М. Электрические машины приборных устройств и средств автоматизации. М.: Академия, 2006. - 415 с.  
[http://lib.mami.ru/marc21/report\\_new.php?p=e-catalog&show\\_book=75188](http://lib.mami.ru/marc21/report_new.php?p=e-catalog&show_book=75188)
2. Флора В.Д. Комбинированные энергетические установки специальных конструкций и принципов действия. М.: Информационная система, 2011. - 320 с.
3. Ключев В.И. Теория электропривода. - М.: Энергоатомиздат, 1998. - 704 с.
4. Онищенко Г.Б., Аксенов М.И. и др. Автоматизированный электропривод промышленных установок. –М.: РАСХН – 2001. 520 с., ил.

### б) дополнительная литература:

5. Копылов И.П. Электротехнический справочник. Т. 3. - М.: Энергоатомиздат, 1988.

7. Чиликин М.Г., Сандлер А.С. Общий курс электропривода: Учебник для вузов. – 6-е изд., доп. и перераб. – М.: Энергоиздат, 1981. – 576 с., ил

7. Поздеев А.Д. Электромагнитные и электромеханические процессы в частотно-регулируемых асинхронных электроприводах –Чебоксары: Изд. Чуваш.ун-та,1998.

#### **в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

1. Библиотечно-информационный центр Московского Политеха. <http://lib.mospolytech.ru/>.

2. ZNANIUM.COM <http://znanium.com/>. Одновременный и неограниченный доступ ко всем книгам, входящим в пакеты, в любое время, из любого места посредством сети Интернет.

3. Книгафонд <http://www.knigafund.ru/>.

4. БиблиоТех <http://www.bibliotech.ru/>.

### **9. Материально-техническое обеспечение дисциплины.**

Лаборатории кафедры «Электротехника», оснащены как компьютерные классы на 25 рабочих мест с соответствующим программным обеспечением, мультимедийным оборудованием, доступом на кафедральный сервер и в интернет.

### **10. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов.**

#### *10.1. Занятия лекционного типа.*

В ходе лекций преподаватель излагает и разъясняет основные, наиболее сложные понятия темы, а также связанные с ней теоретические и практические проблемы, дает рекомендации на выполнение самостоятельной работы.

В ходе лекций обучающимся рекомендуется:

- вести конспектирование учебного материала;
- обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению;

- задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

В рабочих конспектах желательно оставлять поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся, дополняющего материал прослушанной лекции, а также пометки, подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Для успешного овладения курсом необходимо посещать все лекции, так как тематический материал взаимосвязан между собой. В случаях пропуска занятия студенту необходимо самостоятельно изучить материал и ответить

на контрольные вопросы по пропущенной теме во время индивидуальных консультаций.

### *10.2. Занятия семинарского типа. Практические занятия.*

Практическое занятие - это занятие, проводимое под руководством преподавателя в учебной аудитории, направленное на углубление научно-теоретических знаний и овладение определенными методами самостоятельной работы. В процессе таких занятий вырабатываются практические умения.

При подготовке к практическим занятиям обучающемуся необходимо изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, подготовить конспект по методической литературе с учетом рекомендаций преподавателя.

На практическом занятии главное - уяснить связь решаемых задач с теоретическими положениями. При решении предложенной задачи нужно стремиться не только получить правильный ответ, но и усвоить общий метод решения подобных задач.

Рекомендуется использовать следующий порядок записи решения задачи:

- исходные данные для решения задачи (что дано);
- что требуется получить в результате решения;
- какие законы и положения должны быть применены;
- общий план (последовательность) решения;
- расчеты;
- полученный результат и его анализ.

Логическая связь лекций и практических занятий заключается в том, что информация, полученная на лекции, в процессе самостоятельной работы на практическом занятии осмысливается и перерабатывается, при помощи преподавателя анализируется до мельчайших подробностей, после чего прочно усваивается.

### *10.3. Занятия семинарского типа. Лабораторные работы.*

Цель лабораторных работ - изучить и осознать определенные физические процессы и закономерности. Выполнение работы и получение достоверных результатов осуществляется опытным путем в специальном помещении – лаборатории, то есть наглядно, так сказать.

Накануне работы преподаватель сообщает тему и просит студентов дополнительно к ней подготовиться, выполнить конспект теоретического материала.

Лабораторная работа подразумевает:

1. Изучение определенного физического или технологического процесса на практике, используя при этом методы, предварительно изученные на лекциях.

2. Выбор наиболее оптимального приема выполнения замеров и исследования, которые обеспечивает наиболее точный результат.

3. Определение фактического результата и его сравнение с теоретическими данными, описанными в учебнике согласно выбранной тематике.

4. Обнаружение причин полученного несоответствия и грамотное изложение их в отчете лабораторной работы.

5. Грамотное оформление выводов согласно требованиям методички.

6. Оформление отчета по лабораторной работе и его защита.

*10.4. Самостоятельная работа. Подготовка к занятиям лекционного и семинарского типа.*

Важной частью самостоятельной работы является умение выделить основополагающие, отправные точки в понимании материала. Особо важную роль в этом процессе необходимо уделить конспекту лекций, в котором преподаватель сформировал «скелет», структуру раздела дисциплины. Читанием учебной и научной литературы обучающийся углубляет и расширяет знания о предмете изучения. Основная функция учебников – ориентировать студента в системе знаний, умений и навыков, которые должны быть усвоены будущими специалистами по данной дисциплине.

Подготовка к занятиям лекционного типа подразумевает приобретение обучающимся первичных знаний по теме лекции для подготовки к структуризации объекта изучения, которую преподаватель выполняет на лекции. Изучение материала по теме лекции имеет цель уточнения отдельных моментов.

Перед практическим занятием следует изучить конспект лекции и рекомендованную преподавателем литературу, обращая внимание на практическое применение теории и на методику решения типовых задач.

Перед лабораторной работой обучающийся подготавливает заготовку отчета, выполняя конспект теоретического материала по методической литературе с учетом рекомендаций преподавателя. В процессе конспектирования обучающийся теоретически знакомится с предстоящим заданием или получает общее представление о том, что необходимо будет сделать лабораторной работе.

*10.5. Самостоятельная работа. Проработка тем вынесенных на самостоятельное изучение.*

Дисциплина «Цифровое управление электроприводом» содержит, в том числе, сведения о методах испытаний электроэнергетических систем, а также их узлов, агрегатов и систем. Успешное освоение дисциплины невозможно без самостоятельной проработки отдельных тем.

10.6. Самостоятельная работа. Подготовка к экзамену.

Подготовка к экзамену предполагает:

- изучение основной и дополнительной литературы;
- изучение конспектов лекций;
- изучение конспектов практических занятий и отчетов по лабораторным работам;
- дистанционное тестирование по темам.

## 11. Методические рекомендации для преподавателя

Методика преподавания и реализация компетентностного подхода в процессе обучения предполагает использование в процессе обучения инновационных образовательных технологий (лекций с применением мультимедийных технологий,) с помощью стационарно установленной мультимедийной системы, а также безбумажных технологий выполнения тестовых заданий (хранение заданий и результатов их выполнения на кафедральном сервере и выполнение заданий индивидуально на рабочих станциях в компьютерных классах).

**Вопросы к экзамену по дисциплине «Комбинированные энергетические установки» для направления подготовки 13.03.02 - «Электроэнергетика и электротехника» (профиль подготовки «Электроэнергетические сервисы и технологии»).**

Вопросы к экзамену:

1. Определение понятия «Комбинированные энергетические установки». Назначение электропривода переменного тока как средства обеспечения современных технологических процессов.
2. Комбинированные энергетические установки переменного тока как система. Структурная схема электропривода переменного тока, силовой и информационный каналы. Общие требования к электроприводу переменного тока.
3. Краткие сведения из истории развития Комбинированные энергетические установки переменного тока. Возможности управления координатами, характеристики, зоны работы с постоянным моментом, постоянной мощностью, вентиляторным моментом. Область применения, современное состояние и перспективы развития.
4. Асинхронный двигатель. Принцип действия, конструкция. Уравнения двигателя в естественной системе координат.
5. Уравнения асинхронного двигателя в неподвижной и вращающейся системе координат. Уравнения момента и движения асинхронного двигателя. Скалярное и векторное управление асинхронным двигателем.
6. Синхронный двигатель. Принцип действия, конструкция. Физические процессы, параметры, режимы работы синхронных машин. Естественные и искусственные механические характеристики.
7. Принципы управления координатами в разомкнутых структурах. Режимы работы синхронного двигателя. Пуск, синхронизация и регулирование скорости синхронных двигателей. Автоматическое регулирование тока возбуждения.
8. Синхронный двигатель как динамический объект.
9. Специальные электрические двигатели. Вентильный двигатель с постоянными магнитами. Принцип работы вентильного двигателя.

10. Электропривод по системе транзисторный коммутатор – вентильный двигатель с постоянными магнитами.
11. Структурные схемы регулируемого электропривода с вентильным двигателем. Асинхронные вентильные каскады и двигатели двойного питания.
12. Принцип работы каскадных схем асинхронного привода. Вентильно-индукторный электропривод.
13. Физические процессы, параметры, схема замещения, режимы работы асинхронных машин. Естественные и искусственные статические характеристики.
14. Расчет параметров схемы замещения асинхронного двигателя и его механических и электромеханических характеристик.
15. Принципы управления координатами асинхронного короткозамкнутого двигателя в разомкнутой структуре при неизменной скорости поля.
16. Регулирование скорости АД резисторами в цепи статора и ротора, изменением числа пар полюсов.
17. Регулирование координат электропривода в системе преобразователь напряжения - асинхронный двигатель. Схемы управления. Структурные схемы.
18. Методы анализа и синтеза скалярных систем управления асинхронного двигателя.
19. Частотное управление асинхронным двигателем. Обобщенная функциональная схема векторного частотного управления асинхронным двигателем.
20. Схема скалярного частотного управления с IR-компенсацией.
21. Схема регулирования скорости асинхронного двигателя с частотно-токовым векторным управлением с косвенной ориентацией по полю и регуляторами тока, выполненных в неподвижной и вращающейся системе координат.
22. Схема регулирования скорости асинхронного двигателя с частотно-токовым векторным управлением с косвенной ориентацией по полю и задании тока в полярных координатах.
23. Схема векторного частотно-токового регулирования скорости асинхронного двигателя с косвенной ориентацией по полю построенная на базе автономного источника тока.
24. Схема векторного частотно-токового регулирования скорости асинхронного двигателя с прямой ориентацией по вектору потокосцепления.
25. Энергетика электроприводов. Постоянные и переменные потери мощности при номинальном и других установившихся режимах, коэффициент потерь электродвигателя.
26. Энергетические показатели регулируемого электропривода в установившемся режиме.

27. Потери электроэнергии в переходных процессах электропривода и способы их снижения.
28. Оценка энергетической эффективности электрических машин.
29. Оценка надежности электрических машин. Экономические аспекты проектирования электрических машин.

Программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки бакалавров 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», утвержденным Минобрнауки России (Приказ от 28.02.2018 г.)

**Программу составил:**

Ст. преподаватель каф. ЭиПЭ

Ю.М. Шматков

**Программа утверждена на заседании кафедры  
«Электрооборудование и промышленная электроника»  
«30» августа 2019 г., протокол №1.**

Заведующий кафедрой  
доц., к.ф.-м.н.

С.М. Зуев

Структура и содержание дисциплины «Комбинированные энергетические установки» по направлению подготовки бакалавров 13.03.02- «Электроэнергетика и электротехника»

Раздел	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость в часах					Виды самостоятельной работы студентов					Формы аттестации	
			Л	П/С	Лаб	СРС	КСР	К.Р.	К.П.	РГР	Рефер.	К/р	Э	З
Раздел 1. Основные сведения.	5	1-2	2	2	2	16					+			
Раздел 2. Асинхронный электродвигатель.	5	3-4	2	2	2	16					+			
Раздел 3. Синхронный электродвигатель.	5	5-6	2	2	2	16					+			
Раздел 4. Специальные электродвигатели.	5	7-9	2	2	2	16					+			
Раздел 5. Электродвигатели постоянного тока.	5	10-12	2	2	2	16					+			
Раздел 6. Скалярное регулирование координат в электроприводах с асинхронными машинами.	5	13	2	2	2	16					+			
Раздел 7. Частотное управление асинхронным двигателем.	5	14	2	2	2	15					+			
Раздел 8. Шаговые электродвигатели.	5	15	4	4	4	15					+			
<b>ИТОГО за 5 семестр</b>			18	18	18	126					Один реферат		+	

Заведующий кафедрой  
Доц., к.ф.-м.н.

С.М. Зуев

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

**«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)**

Направление подготовки

13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

Форма обучения: очно - заочное

Вид профессиональной деятельности: (В соответствии с ФГОС ВО)

Кафедра: «Электрооборудование и промышленная электроника»

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

**ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**«Комбинированные энергетические установки»**

Состав:

**1. Паспорт фонда оценочных средств**

**2. Описание оценочных средств**

**Составитель: Ю.М. Шматков**

## ПОКАЗАТЕЛЬ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

«Комбинированные энергетические установки»					
ФГОС ВО 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»					
В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие профессиональные компетенции:					
КОМПЕТЕНЦИИ		Перечень компонентов	Технология формирования компетенций	Форма оценочного средства**	Степени уровней освоения компетенций
ИН-ДЕКС	ФОРМУЛИРОВКА				
ОПК-2	Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	<p><b>знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• методики и способы оперативного изменения схем, режимов работы энергообъектов</li> </ul> <p><b>уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• разрабатывать методики и способы оперативного изменения схем, режимов работы энергообъектов</li> </ul> <p><b>владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• методами и приемами работы с компьютером как средством управления информацией;</li> <li>• методами проектирования, испытаний и диагностики</li> </ul>	лекция, самостоятельная работа, лабораторная работа	Л/Р, Р	<p><b>Базовый уровень:</b></p> <p>воспроизводство полученных знаний в ходе текущего контроля</p> <p><b>Повышенный уровень:</b></p> <p>практическое применение полученных знаний в процессе подготовки к лабораторным работам, к выступлению с докладом по теме реферата</p>

ОПК-3	Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин	<p><b>знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• методики и способы самоорганизации и самообразованию</li> </ul> <p><b>уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• разрабатывать методики и способы самоорганизации и самообразованию</li> </ul> <p><b>владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• методами и приемами работы с базами данных, компьютерными системами и программами</li> </ul>	лекция, самостоятельная работа, лабораторная работа	Л/Р, Р	<p><b>Базовый уровень:</b></p> <p><b>воспроизводство полученных знаний в ходе текущего контроля</b></p> <p><b>Повышенный уровень:</b></p> <p><b>практическое применение полученных знаний в процессе подготовки к лабораторным работам, к выступлению с докладом по теме реферата</b></p>
-------	--	--	---	--------	---

ПК-3	<p>способностью принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования</p>	<p><b>знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• основные понятия о системах и компонентах автомобильной и тракторной автоматики</li> </ul> <p><b>уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• анализировать выходные данные работы элементов автоматики;</li> </ul> <p>обосновывать принятие технического решения при модернизации систем автомобильной и тракторной автоматики</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>владеть:</b></li> </ul> <p>информацией о технических параметрах систем автомобильной и тракторной автоматики</p>	<p>лекция, самостоятельная работа, лабораторная работа</p>	<p>Л/Р, Р</p>	<p><b>Базовый уровень:</b> воспроизводство полученных знаний в ходе текущего контроля</p> <p><b>Повышенный уровень:</b> практическое применение полученных знаний в процессе подготовки к лабораторным работам, к выступлению с докладом по теме реферата</p>
------	--	---	--	-------------------	---

ПК-6	<p>способность рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности</p>	<p><b>знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• принципы, используемые при построении автомобильной и тракторной автоматики</li> </ul> <p><b>уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• применять методы испытаний и организовывать опытную проверку систем автоматики на транспортных средствах</li> </ul> <p><b>владеть:</b></p> <p>основными методами диагностики систем автоматики для оценки их эксплуатационных характеристик</p>	<p>лекция, самостоятел ьная работа, лабораторна я работа</p>	<p>Л/Р, Р</p>	<p><b>Базовый уровень:</b> воспроизводство полученных знаний в ходе текущего контроля <b>Повышенный уровень:</b> практическое применение полученных знаний в процессе подготовки к лабораторным работам, к выступлению с докладом по теме реферата</p>
------	--	--	--	-------------------	--

\*\* - Сокращения форм оценочных средств см. в приложении 2 к РП.

**Перечень оценочных средств по дисциплине «Комбинированные энергетические установки»**

№ ОС	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Лабораторные работы (Л/Р)	<p>Совместная деятельность группы обучающихся и педагогического работника под управлением педагогического работника с целью решения учебных и профессионально ориентированных задач путем формирования навыков проведения параметрических испытаний.</p> <p>Позволяет оценивать умение анализировать и решать типичные профессиональные задачи.</p>	<p>Темы:</p> <p>«Исследование электронного регулятора напряжения».</p> <p>«Исследование систем электроснабжения»</p> <p>«Исследование систем управления электробензонасосом».</p> <p>«Исследование системы управления ЭПХХ».</p> <p>«Исследование характеристик электронной системы зажигания»</p> <p>«Исследование электронной адаптивной системы зажигания».</p> <p>«Исследование электронного указателя поворота».</p> <p>«Исследование двухпозиционного регулятора».</p>
2	Реферат (Р)	<p>Продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной (учебно-исследовательской) темы, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки</p>	<p>Примерные темы рефератов:</p> <p>-</p>

3	Курсовой проект (К/П)	<p>Продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой работу по проектированию системы гибридного АТС, изделия АТС или её части</p>	<p>Темы курсовых проектов:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Разработка регулятора напряжения для вентильного генератора мощностью 800Вт</li> <li>2. Разработка рабочих характеристик стартерного электродвигателя</li> <li>3. Разработка электромагнитных параметров катушки зажигания для бесконтактной системы зажигания</li> <li>4. Аккумуляторная система топливоподачи дизельного двигателя</li> <li>5. Разработка рабочих характеристик стартерного электродвигателя</li> <li>6. Разработка электронного модуля для МСУАД с оптимизацией радиатора охлаждения</li> <li>7. Электронный блок управления системой очистки лобового стекла с датчиком дождя</li> <li>8. Разработка электронного коммутатора для МСУАД на IGBT транзисторах</li> <li>9. Система управления топливоподачей в бензиновый двигатель с обратной связью по содержанию кислорода в отработавших газах</li> <li>10. Разработка датчика положения коленвала с выбором оптимальной магнитной системы</li> <li>11. Разработка регулятора напряжения с защитой от короткого замыкания</li> <li>12. Разработка высоковольтного блока для систем облегчения пуска ДВС</li> <li>13. Электронная педаль газа</li> <li>14. Разработка рабочих характеристик стартерного электродвигателя для автомобильного двигателя</li> <li>15. Двухвыводная катушка зажигания для двигателя</li> </ol>
---	-----------------------	--	--

## **7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **а) основная литература:**

1. Чижков Ю. П. Электрооборудование автомобилей и тракторов. Учебник. М., 2007.
2. Ютт В. Е. Электрооборудование автомобилей. Учебник. М., 2009.
3. Набоких В. А. Автотракторное электрическое и электронное оборудование. Словарь-справочник. М., 2008.
4. С.В. Бахмутов и др. Конструктивные схемы автомобилей с гибридными силовыми установками. Учебное пособие. 2007 г. – с.72.

### **б) дополнительная литература:**

1. Электрооборудование автомобилей и тракторов. Лабораторный практикум (под ред. В. В. Ермаков, Р. А. Малеев и др.). М, 2007.
2. Набоких В. А. Аппараты систем зажигания. Справочник. М, 2009.

## **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Лекционная аудитория (В-307), лаборатории кафедры «Электрооборудование и промышленная электроника» (В-306, В-307), оснащены лабораторным оборудованием, стендами, мультимедийным оборудованием, доступом на кафедральный сервер и в интернет.

Файлы учебных слайдов для сопровождения лекций (презентации).

Персональные компьютеры с предустановленной программой MatlabSimulink.

Программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки бакалавров 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», утвержденным Минобрнауки России (Приказ от 28.02.2018 г.)

### **Программу составил:**

Старший преподаватель

Ю.М. Шматков

Программа утверждена на заседании кафедры «Электрооборудование и промышленная электроника»

«30» августа 2019 г., протокол № 1.

Заведующий кафедрой «ЭиПЭ»

к.ф-м.н.

С.М. Зуев

**Структура и содержание дисциплины «Комбинированные энергетические установки»  
по направлению подготовки  
13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»  
(бакалавр)**

Раздел	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость в часах					Виды самостоятельной работы студентов					Формы аттестации	
			Л	П/С	Лаб	СРС	КСР	К.Р.	К.П.	РГР	Рефер.	К/р	Э	З
Раздел 1. Основные сведения.	5	1-2	2	2	2	16					+			
Раздел 2. Асинхронный электродвигатель.	5	3-4	2	2	2	16					+			
Раздел 3. Синхронный электродвигатель.	5	5-6	2	2	2	16					+			
Раздел 4. Специальные электродвигатели.	5	7-9	2	2	2	16					+			
Раздел 5. Электродвигатели постоянного тока.	5	10-12	2	2	2	16					+			
Раздел 6. Скалярное регулирование координат в электроприводах с асинхронными машинами.	5	13	2	2	2	16					+			
Раздел 7. Частотное управление асинхронным двигателем.	5	14	2	2	2	15					+			
Раздел 8. Шаговые электродвигатели.	5	15	4	4	4	15					+			
<b>ИТОГО за 5 семестр</b>			18	18	18	126					Один реферат		+	

Заведующий кафедрой  
«Электрооборудование  
и промышленная электроника»  
к.ф.-м.н.

\_\_\_\_\_ С.М. Зуев