Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 25.09.2023 15:37:19
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета урбанистики и городского хозяйства

_____ Л.А. Марюшин

«07» 04 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«СИЛОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА»

Направление подготовки
13.03.02 - «Электроэнергетика и электротехника»

Профиль подготовки
«Электрооборудование и промышленная электроника»

Квалификация (степень) выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Москва 2022

1. Цели освоения дисциплины.

Целью освоения дисциплины являются ознакомление студентов с многообразными системами силовой электроники и систем их управления, анализом процессов и методов управления и применением силовой электроники в электроэнергетике, на транспорте и в электроприводах.

- изучение и привитие знаний и навыков по вопросам проектирования и функционирования микропроцессорных систем анализа структуры, принципа действия и свойств интегральных микроконтроллеров.

К основным задачам освоения дисциплины «Силовая электроника» следует отнести:

- подготовка студентов к деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой бакалавра по направлению, в том числе формирование общеинженерных знаний и умений по данному направлению.
- получение навыков решения различных инженерных задач с использованием знаний, приобретенных при изучении предшествующих дисциплин.

2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата.

Дисциплина относится к числу профессиональных учебных дисциплин к части, формируемой участниками образовательных отношений цикла Б1.1.2 к части, формируемой участниками образовательных отношений основной образовательной программы бакалавриата.

Дисциплина взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП.

– математика;
– физика;
– электроника;
– электрические машины;
– микропроцессорные системы.

Учебная и производственная практики.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), 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
ПК-1	Способен участвовать в проектировании объектов профессиональной деятельности требования	**Знать:** - принципы работы основных типов устройств силовой электроники. **Уметь:** - анализировать процессы, протекающие в устройствах силовой электроники; **Владеть:** - знаниями для участия в работах по оценке технических параметров основных видов систем силовой электроники.

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен:

Знать:
- основные источники научно-технической информации по силовой электронике;
- основные виды силовых электронных устройств;
- применение устройств силовой электроники в технических системах;
- принципы работы основных типов устройств силовой электроники.

Уметь:
- анализировать процессы, протекающие в устройствах силовой электроники;
- анализировать методы управления, входные и выходные параметры работы основных видов силовых электронных устройств;
- применять устройства силовой электроники в системе электрооборудования автотранспортных средств;
- организовать проверку работоспособности различных типов силовых электронных устройств автотранспортных средств;
- применять различные методы математического моделирования работы основных типов устройств силовой электроники.

Владеть:
- навыками дискуссии и терминологией по системам силовой электроники;
- знаниями для участия в работах по оценке технических параметров основных видов систем силовой электроники.

4. Структура и содержание дисциплины.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, т.е. 216 академических часов (из них 54 часа - лекции, 36 часа- лабораторные занятия, 126 часов - самостоятельная работа).

Структура и содержание дисциплины по срокам и видам работы отражены в Приложении 1.

Пятый семестр: форма контроля – зачет.
Шестой семестр: форма контроля - экзамен.

Содержание разделов дисциплины.

4.1. Системы управления силовых электронных устройств.

Общие сведения о системах управления. Интегральные микросхемы. Формирование импульсов управления. Датчики. Микропроцессорные системы управления.

4.2. Основные типы силовых электронных устройств.

4.2.1. Преобразователи с сетевой коммутацией.

Общие требования. Выпрямители: принципы выпрямления, основные схемы выпрямления, характеристики выпрямителей. Инверторы, ведомые сетью: принцип действия инвертора, ведомого сетью, работа основных схем в инверторном режиме, мощность инвертора, ведомого сетью, основные характеристики инверторов, ведомых сетью. Прямые преобразователи частоты с естественной коммутацией тиристоров:

принцип прямого преобразования частоты тиристорными преобразователями, уменьшение искажений выходного напряжения преобразователя частоты. Тиристорные регуляторы напряжения переменного тока с естественной коммутацией: общие сведения, основные характеристики регуляторов.

4.2.2. Инверторы, преобразователи частоты и регуляторы переменного тока на полностью управляемых ключах.

Общие сведения. Инверторы напряжения: однофазные инверторы напряжения, трехфазные инверторы напряжения, управление выходным напряжением и его фильтрация. Инверторы тока: однофазный инвертор тока на полностью управляемых ключах, автономный инвертор тока на тиристорах, трехфазный инвертор тока, управление выходным напряжением и его фильтрация в инверторе тока. Матричные преобразователи частоты. Регуляторы напряжения переменного тока.

4.2.3. Широтно-импульсная модуляция (ШИМ) в проеобразователях переменного/постоянного тока.

Общие сведения. Традиционные методы ШИМ в автономных инверторах: инверторы напряжения, инверторы тока. Преобразование координат в пространстве переменных параметров трехфазных электрических систем. Модуляция пространственного вектора. Модуляция в преобразователях переменного/постоянного тока: инвертирование, выпрямление. Активные силовые фильтры: принципы активной фильтрации, типовые схемы активных фильтров, гибридные фильтры. Типовые структурные схемы и узлы систем управления с ШИМ в преобразователях переменного/постоянного тока.

4.3. Применение устройств силовой электроники.

4.3.1. Автономные наземные автотранспортные средства.

Автомобили и сельскохозяйственные машины традиционной конструкции. Электромобили. Гибридные силовые установки.

4.3.2. Электроэнергетика и электроснабжение.

Передача электроэнергии. Повышение качества электроэнергии. Источники бесперебойного питания. Нетрадиционные источники электроэнергии: общие положения, системы с источниками прямого преобразования электроэнергии, ветроэнергетические установки.

4.3.3. Электропривод.

Управление машинами постоянного тока: основные характеристики машин постоянного тока, управление посредством преобразователей переменного/постоянного тока, управление импульсными преобразователями постоянного тока в постоянный, автоматическое управление двигателем постоянного тока. Управление асинхронными машинами: общие положения, скалярные методы управления, векторное управление. Управление синхронными машинами: общие положения, управление синхронными двигателями с регулируемым возбуждением, управление вентильными электродвигателями, управление шаговыми электродвигателями.

4.3.4. Светотехника и электротехнологии.

Светотехника: принцип действия электронных балластов, схемы электронных балластов. Электротехнологии.

4.3.5. Другие области применения и технические требования.

Электротехнические системы наземного электрического транспорта. Электротехнические системы судов и авиакосмической техники. Коммутационные аппараты: тиристорные контакторы и выключатели, статические реле. Вторичные источники питания: структура вторичных источников питания, преобразователи во вторичных источниках питания. Общие технические требования: основные требования к силовым электронным устройствам, обеспечение электромагнитной совместимости, сертификация силовых электронных устройств.

5. Образовательные технологии.

Методика преподавания дисциплины и реализация компетентного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения аудиторных и внеаудиторных занятий:

Удельный вес занятий проводимых в интерактивной форме составляет 30% от общего количества часов аудиторных занятий.

Удельный вес занятий лекционного типа по данной дисциплине в соответствии ФГОС составляет 28%.

– организация и проведение текущего контроля знаний студентов в форме тестирования.

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

В процессе обучения используются оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций. Промежуточные аттестации проводятся по завершению каждого раздела дисциплины и реализуются во время лекции в виде тестовых заданий на бумажных носителях.

Примерные темы контрольных работ:

1. Стабилизаторы напряжения;
2. Выпрямители;
3. Инверторы;
4. Преобразователи с гальванической развязкой;

Примерные темы расчетно-графических работ:

1. Расчет понижающего стабилизатора напряжения;
2. Расчет повышающего стабилизатора напряжения;
3. Расчет однофазного неуправляемого выпрямителя;
4. Расчет трехфазного управляемого выпрямителя;

Контрольные вопросы по дисциплине для проведения промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины, а также для контроля самостоятельной работы по отдельным разделами дисциплины:

1. Как изменится температура в электронном ключе, если изменить материал радиатора с алюминия на сталь при равных условиях эксплуатации?
2. Как и почему влияет на процесс охлаждения цвет наружной поверхности радиатора?
3. Изобразите схему замещения для расчета температурного режима прибора, если радиатор и прибор будут размещены на внешней стороне корпуса аппарата?
4. Изобразите схему замещения для расчета температурного режима прибора, если радиатор и прибор будут размещены внутри корпуса аппарата?
5. В каких случаях целесообразно использовать принудительное воздушное охлаждение?
6. Каковы основные функции систем управления?
7. Перечислите узлы, входящие в систему управления; каковы их основные функции?
8. Для чего стремятся снизить мощность сигналов, преобразуемых системами управления?

9. Чем аналоговые ИМС отличаются от цифровых?
10. Почему операционные усилители наиболее распространены среди аналоговых ИМС?
11. Какие основные задачи выполняют формирователи импульсов управления?
12. Какие параметры должен иметь импульс управления биполярным транзистором?
13. Какие параметры МОП – транзисторов влияют на процессы включения и выключения?
14. Перечислите способы обеспечения гальванической развязки между силовым ключом и формирователем импульса управления?
15. На какие категории подразделяются датчики электрических величин?
16. Каким образом обеспечивается гальваническая развязка в датчиках?
17. В чем преимущество датчиков на основе эффекта Холла?
18. Какие основные блоки содержит микропроцессорное устройство (МПУ)?
19. Чем различаются архитектуры микропроцессоров?
20. Какие характеристики определяют быстродействие МПУ?
21. Чем МПУ отличается от микропроцессорных устройств?
22. Опишите методом “припасовывания” процессы изменения тока и напряжения?
23. Какое преимущество имеет метод дискретных преобразований по сравнению с методом “припасовывания”?
24. Представьте краткую сравнительную характеристику принципов регулирования по отклонению и возмущению?
25. Какие преимущества имеют системы управления импульсных преобразователей с управлением по току?
26. Поясните принцип моделирования импульсных систем на основе осреднения переменных состояния?
27. Как будет изменяться модель регулятора при учете активного сопротивления реактора?
28. Будет ли влиять на фазовые траектории прерывистый режим тока в реакторе и почему?
29. Какие основные программы входят в Pspice?
30. Перечислите основные возможности системы Designlab?
31. Какие задачи силовой электроники целесообразно моделировать на программе Pspice?
32. Назовите основные библиотечные подгруппы пакета Simulink?
33. Какие задачи силовой электроники целесообразно моделировать в системе Matlab?
34. Создайте модель определения потерь мощности в диоде, соединяющем источник переменного напряжения с резистором?
35. Создайте модель регулятора переменного тока в электрической цепи на основе встречно включенных тиристоров и резистора. Тиристоры считать идеальными, регулирование тока производится изменением фазы включенного тиристора по сигналу управления, синхронизированного с напряжением питания.
36. Какие общие признаки объединяют силовые электронные преобразователи электроэнергии?
37. Приведите примеры структурных схем прямого и непрямого выпрямителей.
38. Перечислите основные электрические параметры следующих преобразователей электроэнергии: выпрямителя, преобразователя постоянного тока в постоянный, инвертора и преобразователя частоты.
39. Во сколько раз изменится входная полная мощность преобразователя, который работает с cosfi = 0,7, если коэффициент искажения тока увеличится в 3 раза при неизменной активной мощности?
40. Во сколько раз изменится мощность потерь в кабелях, питающих однофазную активно-индуктивную нагрузку с активной мощностью и cos fi1 = 0,8, если последний станет 0,6. Сопротивление кабеля считать активным и неизменным. Изменением напряжения нагрузки на шинах пренебречь.
41. В нагрузку выпрямителя включили последовательно реактор. Как изменится коэффициент пульсаций тока в нагрузке?

42. Как определить средние значения выходного напряжения и тока в тиристорном однофазном однополупериодном выпрямителе?
43. Как изменится выходное напряжение однофазной мостовой схемы неуправляемого выпрямителя, если эквивалентная входная индуктивность сети увеличится в два раза при неизменном значении входного напряжения?
44. Во сколько раз изменится среднее значение выходного напряжения однофазного мостового выпрямителя при изменении нагрузки с активной на активно – индуктивную в режиме непрерывного выпрямленного тока?
45. Как изменится индуктивность реактора, включенного в качестве фильтра последовательно с нагрузкой трехфазного мостового выпрямителя чтобы уменьшить пульсацию?
46. Поясните причину повышения входного напряжения инвертора при увеличении тока.
47. Чем ограничено минимальное значение угла инвертирования в зависимом инверторе?
48. Как изменится угол управления тиристорами после перехода преобразователя в инверторный режим при сохранении неизменными параметров сети переменного тока, напряжения источника постоянного тока и среднего значения тока реактора?
49. Почему преобразователи частоты с естественной коммутацией тиристоров не могут иметь частоту выходного напряжения выше частоты входного напряжения?
50. Как влияет увеличение угла коммутации на выходное напряжение преобразователя?
51. Какие факторы влияют на синусоидальность выходного напряжения в прямом преобразователе частоты с естественной коммутацией тиристоров?
52. Какой вид коммутации используется в тиристорных регуляторах?
53. Как влияет коэффициент мощности нагрузки на диапазон регулирования угла в тиристорном регуляторе переменного тока?
54. Можно ли использовать один тиристор в схемах регуляторов переменного тока?
55. В чем заключается основной недостаток регулятора реактивной мощности на основе схемы со встречновключенными тиристорами?
56. Какое максимальное быстродействие имеют контакторы переменного тока на основе встречновключенных тиристоров?
57. Какими преимуществами обладает схема регулятора со встречновключенными тиристорами, переключающими обмотки автотрансформатора, по сравнению со схемой, содержащей только встречновключенные тиристоры?
58. Каким образом можно изменять выходное напряжение в транзисторном регуляторе непрерывного действия?
59. Какие факторы определяют высокие значения КПД и удельных массогабаритных показателей импульсных регуляторов по сравнению с непрерывными?
60.В какой схеме импульсного регулятора легче обеспечить низкий уровень пульсации входного тока?
61. Приведите примеры технических устройств с использованием импульсных регуляторов с изменением направления тока и полярности напряжения в нагрузке.
62. Укажите преимущества и недостатки полумостовой и мостовой схем регуляторов.
63. Какие недостатки имеет обратноходовой регулятор тока? Укажите способы их устранения.
64. Поясните принцип регулирования в обратноходовом регуляторе.
65. Перечислите основные преимущества схемы тока и поясните их диаграммами электромагнитных процессов.
66. В каких случаях целесообразно использовать схемы регуляторов постоянного тока с многоканальным повышением выходного напряжения?
67. Поясните принцип действия базовой ячейки регулятора по схеме Луо.
68. Какие преимущества имеет комбинированный регулятор с безтрансформаторным входом?

69. В каких случаях целесообразно использовать схемы регуляторов с магнитными ключами?
70. В чем принципиальное отличие регулирования выходного напряжения в тиристорном регуляторе с дозированной передачей энергии от ШИМ и чем это обусловлено?
71. Перечислите характерные различия инверторов напряжения и тока.
72. Какую функцию выполняют “обратные” диоды в инверторах напряжения?
73. Как влияет на гармонический состав выходного напряжения широтно – импульсное регулирование?
74. Какими способами можно регулировать выходное напряжение инвертора тока?
75. В чем принципиальное различие алгоритмов широтно – импульсного регулирования напряжения инверторов тока и напряжения?
76. Начертите схему регулятора переменного тока с ШИМ, повышающего выходное напряжения.
77. Перечислите основные методы ШИМ для обеспечения синусоидальности тока или напряжения.
78. В чем отличие однополярной модуляции напряжения от двухполярной?
79. Сколько комбинаций состояния ключей существует в схеме однофазного мостового инвертора напряжения при однополярной ШИМ?
80. Сколько комбинаций состояния ключей при ШИМ возникает в трехфазном инверторе тока?
81. Дайте определение пространственному вектору трехфазной системы напряжений.
82. Поясните принцип организации ШИМ в системах с пространственным вектором.
83. Какие устройства и элементы лежат в основе силовой части активных фильтров?
84. Чем определяется максимальная мощность активной части гибридного фильтра?
85. Какие основные функции выполняет гибридный фильтр?
86. Дайте сравнительную характеристику систем управления с ШИМ, работающих с разомкнутым и замкнутым по току нагрузки контурами.
87. Какие основные функции выполняет микроконтроллер в системе управления с ШИМ пространственного вектора?
88. Какие функции выполняет микроконтроллер в системе управления с ШИМ пространственного вектора?
89. Какой принцип положен в основу резонансных преобразователей и какими преимуществами они обладают по сравнению с другими схемами?
90. Для чего и в каких схемах используются двунаправленные ключи в резонансных инверторах?
91. Перечислите способы регулирования выходного напряжения в инверторах с последовательным резонансным контуром.
92. В чем состоит принцип действия квазирезонансных преобразователей?
93. Перечислите достоинства и недостатки инверторов с резонансным звеном на стороне постоянного тока.
94. Какие условия необходимо выполнять при функционировании параллельно включенных инверторов?
95. Какими способами осуществляется синхронизация частоты параллельно работающих инверторов?
96. В чем состоит принцип умножения напряжения в выпрямителях на основе диодно – конденсаторных ячеек?
97. Дайте характеристику топологий многоуровневых инверторов.
98. Поясните принцип соединения многоуровневых инверторов без диодной блокировки.
99. Принцип работы выпрямительных устройств современных генераторных установок.
100.Устройства управления электромашинными преобразователями гибридных автомобилей.
101. Классификация гибридных силовых установок современных автомобилей.

102. Принцип работы автомобильной гибридной силовой установки.
103.Что такое ситема стоп-старт? Принцип ее работы.
104. Что такое рекуперация энергии автомобильной гибридной силовой установки?
105. Достоинства и недостатки гибридных автомобилей и электромобилей.
106. Перечислите виды преобразователей электроэнергии и их функции в автомобиле.
107. Составьте упрощенную модель линии электропередачи на основе сосредоточенных параметров и поясните их влияние на процесс передачи электроэнергии.
108. Перечислите способы компенсации реактивной мощности при ее передаче.
109. Когда целесообразно использовать линии передачи постоянного тока?
110. Перечислите основные показатели качества электроэнергии.
111. Каким образом следует управлять элементами фотоэлектрических преобразователей?
112. Из каких основных устройств состоит ветроэнергетическая установка?
113. Дайте сравнительную характеристику методов управления, основанных на преобразователях с коммутацией от сети переменного тока и импульсных преобразователей постоянного тока.
114. Поясните принцип скалярного и векторного управления асинхронным двигателем.
115. Назовите способы управления скоростью и моментом синхронных двигателей.
116. Поясните принцип работы и особенности конструкции вентильных двигателей.
117. Перечислите основные достоинства и недостатки вентильных реактивных двигателей.
118. Какую функцию в лампах выполняет электронный балласт?

<u>в пятом семестре</u>
необходимо выполнить 3 лабораторные работы:

Лабораторная работа №1.
«Моделирование импульсного регулятора в систетеме Matlab».

Лабораторная работа №2.
«Определение основных характеристик выпрямительного блока автомобильной генераторной установки».

Лабораторная работа №3.
«Принцип работы и исследование работы однофазного и трехфазного мостового инверторов».

Подготовка и сдача экзамена по дисциплине.

<u>в шестом семестре</u>

необходимо выполнить 4 лабораторные работы:

Лабораторная работа №1.
«Исследование характеристик различных схем инверторов напряжения».
Лабораторная работа №2.
«Принципы управления выходным напряжением и его фильтрация в инверторе напряжения».
Лабораторная работа №3.
«Принципы управления выходным напряжением и его фильтрация в инверторе тока».
Лабораторная работа №4.
«Системы с источниками прямого преобразования энергии».

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

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

В результате освоения дисциплины (модуля) формируются следующие компетенции:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать
ПК-1	Способен участвовать в проектировании 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.

6.1.2. 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.

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ПК-1	Способен участвовать в проектировании объектов профессиональной деятельности	**Знать:** - принципы работы основных типов устройств силовой электроники. **Уметь:** - анализировать процессы, протекающие в устройствах силовой электроники; **Владеть:** - знаниями для участия в работах по оценке технических параметров основных видов систем силовой электроники.

ПК-1 - Способен участвовать в проектировании объектов профессиональной деятельности

Показатель	Критерии оценивания			
	2	3	4	5
знать: - принципы работы основных типов устройств силовой электроники.	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: принципы работы основных типов устройств силовой электроники	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: принципы работы основных типов устройств силовой электроники. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: принципы работы основных типов устройств силовой электроники, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: принципы работы основных типов устройств силовой электроники, свободно оперирует приобре-тенными знаниями.
уметь: анализировать процессы, протекающие в устройствах силовой электроники;	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет анализировать процессы, протекающие в устройствах силовой электроники;	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: анализировать процессы, протекающие в устройствах силовой электроники; Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: анализировать процессы, протекающие в устройствах силовой электроники; Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: анализироват ь процессы, протекающие в устройствах силовой электроники; . Свободно оперирует приобретенны ми умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

		ситуации.		
владеть: - знаниями для участия в работах по оценке технических параметров основных видов систем силовой электроники.	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет знаниями для участия в работах, по оценке технических параметров основных видов систем силовой электроники.	Обучающийся владеет знаниями для участия в работах по оценке технических параметров основных видов систем силовой электроники 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 знаниями для участия в работах по оценке технических параметров основных видов систем силовой электроники, навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся в полном объеме владеет знаниями для участия в работах по оценке технических параметров основных видов систем силовой электроники, свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.

Шкалы оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание:

Форма промежуточной аттестации: зачет.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме зачёта 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 промежуточной аттестации по дисциплине выставляется оценка «зачтено» или «незачтено».

Шкала оценивания	**Описание**
Зачтено	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

Не зачтено	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

Форма промежуточной аттестации: экзамен.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Силовая электроника» (выполнили лабораторные работы)

Шкала оценивания	***Описание***
Отлично	*Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.*
Хорошо	*Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.*
Удовлетворительно	*Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей,*

	Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.
Неудовлетворительно	*Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.*

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

а) основная литература:

1. Ю.К. Рязанов, М.В. Рябчицкий, А.А. Кваснюк. Силовая электроника. Учебник для ВУЗОВ. – М.: Издательский дом МЭИ, 2009.- 631с.
2. В.А. Щербина, Ю.А. Морговский, Б.И. Центр, В.А. Богомазов. Электромобиль: техника и экономика. М.: Транспорт, 2001 г. – 140с.
3. М.В. Гельман, М.М. Дудкин, К.А. Преображенский. Преобразовательная техника. Учебное пособие. Издательский центр ЮУрГУ, 2009. - 425 с.

б) дополнительная литература:

1.Г.С. Зиновьев. Основы силовой электроники. Новосибирск: Издательство НГТУ, 2003 г.
2. Силовая электроника. Краткий терминологиский словарь под редакцией Ф.И. Ковалева. М: Издательство ОИСЭ, 2001г.
3. Н.Ф. Ильинский. Основы электропривода. М.: Издательство МЭИ, 2000 г.

в) программное обеспечение и интернет-ресурсы:

1. MATLAB — пакет программ для имитационного моделирования работы электронных устройств;
2. simuLAB – пакет программ электронных устройств;
3. anylogic – пакет программ для имитационного моделирования;
4. Компас-3D - систем автоматизированного проектирования с возможностями оформления проектной и конструкторской документации согласно стандартам ЕСКД и ГОСТ.

г) Электронные образовательные ресурсы

Проведение занятий и аттестаций возможно в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО-LMS) на основе разработанных кафедрой электронных образовательных ресурсов (ЭОР) по всем разделам программы:

Название ЭОР	Ссылка
Силовая электроника.	https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=1790
Силовая электроника. Часть II.	https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=8412

Разработанный ЭОР включают промежуточный и итоговый тесты.

Порядок проведения работ в дистанционном формате устанавливается отдельными распоряжениями проректора по учебной работе и/или центром учебно-методической работы.

Каждый студент обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронным библиотекам университета (http://lib.mami.ru/lib/content/elektronnyy-katalog).

Ссылка на электронную библиотеку:
https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=7621&section=1

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины.

Лабораторные работы проводятся в специализированной лаборатории В-306. Лекционные занятия проводятся в специализированной ауд. В-310, оснащенной мультимедийным проектором, экраном, ноутбуком.

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 Д.О. Варламов

Программа утверждена на заседании кафедры «Электрооборудование и промышленная электроника» «20» апреля» 2022 г., протокол №10

Заведующий кафедрой «ЭиПЭ» А.Н. Шишков

Приложение 1

Структура и содержание дисциплины «Силовая электроника» 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
1.Общие сведения о системах управления. Что изучает предмет силовой электроники. Основные этапы развития силовой электроники.	5		9		6	19								
2. Преобразователи с сетевой коммутацией. Общие требования. Выпрямители: принципы выпрямления, основные схемы выпрямления, характеристики выпрямителей.	5		9		6	19				+		+		
3.Прямые преобразователи частоты с естественной коммутацией тиристоров: принцип прямого	5		9		6	19						+		

преобразования частоты тиристорными преобразователями, уменьшение искажений выходного напряжения преобразователя частоты. Тиристорные регуляторы напряжения переменного тока с естественной коммутацией: общие сведения, основные характеристики регуляторов.														
4.Инверторы, преобразователи частоты и регуляторы переменного тока на полностью управляемых ключах. Общие сведения. Инверторы напряжения: однофазные инверторы напряжения, трехфазные инверторы напряжения, управление выходным напряжением и его фильтрация.	5		9		6	19								
5.Инверторы тока: однофазный инвертор тока на полностью управляемых ключах, автономный инвертор тока на тиристорах,	6		9		6	19								

трехфазный инвертор тока, управление выходным напряжением и его фильтрация в инверторе тока. Матричные преобразователи частоты. Регуляторы напряжения переменного тока.														
6.Широтно-импульсная модуляция (ШИМ) в преобразователях переменного/постоянного тока. Общие сведения. Традиционные методы ШИМ в автономных инверторах: инверторы напряжения, инверторы тока. Преобразование координат в пространстве переменных параметров трехфазных электрических систем. Модуляция пространственного вектора. Модуляция в преобразователях переменного/постоянного тока: инвертирование, выпрямление. Активные силовые фильтры: принципы активной фильтрации, типовые схемы активных фильтров, гибридные фильтры. Типовые	6		9		6	19								

структурные схемы и узлы систем управления с ШИМ в преобразователях переменного/постоянного тока.														
Всего часов по дисциплине			54		36	126				1		2	+	

Заведующий кафедрой «ЭиПЭ» А.Н. Шишков

Приложение 1 к
рабочей программе

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Направление подготовки

13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

Форма обучения: очная

Вид профессиональной деятельности: (В соответствии с ФГОС ВО)

Кафедра: «Электрооборудование и промышленная электроника»

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

ПО ДИСЦИПЛИНЕ

«СИЛОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА»

Состав:

1. Паспорт фонда оценочных средств

2. Описание оценочных средств

Составитель: Д.О. Варламов

Москва 2022

ПОКАЗАТЕЛЬ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

«Силовая электроника»					
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	**ФОРМУЛИРОВ-КА**				
ПК-1	Способен участвовать в проектировании объектов профессиональной деятельности	**Знать:** - принципы работы основных типов устройств силовой электроники. **Уметь:** - анализировать процессы, протекающие в устройствах силовой электроники; **Владеть:** - знаниями для участия в работах по оценке технических параметров основных видов систем силовой электроники.	лекция, самостоятельная работа, лабораторная работа	Л/Р, Р	**Базовый уровень: воспроизводство полученных знаний в ходе текущего контроля** **Повышенный уровень: практическое применение полученных знаний в процессе подготовки к лабораторным работам, к выступлению с докладом по теме реферата**

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

Приложение 2
к рабочей программе

Перечень оценочных средств по дисциплине «Силовая электроника»

№ ОС	Наименование оценочногосредства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Лабораторные работы (Л/Р)	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. Позволяет оценивать умение анализировать и решать типичные профессиональныезадачи.	Темы: -Проведение параметрических испытаний различных изделий АТЭ
2	Реферат (Р)	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 зрения, а также собственные взгляды на нее.	Темы рефератов: - Анализ методов испытаний, используемых в автотракторной промышленности. - Анализ методов диагностики систем АТС
3	Курсовой проект (К/П)	Продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой работу по проектированию системы АТЭ, изделия АТЭ или её части	Темы курсовых проектов: смотри раздел 6 рабочей программы

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

а) основная литература:

1. Ю.К. Рязанов, М.В. Рябчицкий, А.А. Кваснюк. Силовая электроника. Учебник для ВУЗОВ. – М.: Издательский дом МЭИ, 2009.- 631с.
2. В.А. Щербина, Ю.А. Морговский, Б.И. Центр, В.А. Богомазов. Электромобиль: техника и экономика. М.: Транспорт, 2001 г. – 140с.
3. М.В. Гельман, М.М. Дудкин, К.А. Преображенский. Преобразовательная техника. Учебное пособие. Издательский центр ЮУрГУ, 2009. - 425 с.

б) дополнительная литература:

1.Г.С. Зиновьев. Основы силовой электроники. Новосибирск: Издательство НГТУ, 2003 г.
2. Силовая электроника. Краткий терминологиский словарь под редакцией Ф.И. Ковалева. М: Издательство ОИСЭ, 2001г.
3. Н.Ф. Ильинский. Основы электропривода. М.: Издательство МЭИ, 2000 г.

в) программное обеспечение и интернет-ресурсы:

1. MATLAB — пакет программ для имитационного моделирования работы электронных устройств;
2. simuLAB – пакет программ электронных устройств;
3. anylogic – пакет программ для имитационного моделирования;
4. Компас-3D - систем автоматизированного проектирования с возможностями оформления проектной и конструкторской документации согласно стандартам ЕСКД и ГОСТ.

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины.

Лабораторные работы проводятся в специализированной лаборатории Н-306. Лекционные занятия проводятся в специализированной ауд. Н-303, оснащенной мультимедийным проектором, экраном, ноутбуком.