

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

Направление подготовки/специальность: 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника

Наименование образовательной программы: Промышленная электроника

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

**Оценочные материалы
по дисциплине
Моделирование и анализ электронных схем**

**Москва
2023**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель

(должность)

| | | |
|--|--|------------------------------|
| | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Воронин И.П. |
| | Идентификатор | R7098c29a-VoroninIP-ac13e555 |

(подпись)

И.П.

Воронин

(расшифровка
подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

(должность, ученая степень, ученое
звание)

| | | |
|--|--|-------------------------------|
| | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Рашитов П.А. |
| | Идентификатор | R66e8dfb1-RashitovPA-1953162c |

(подпись)

П.А.

Рашитов

(расшифровка
подписи)

Заведующий
выпускающей кафедры

(должность, ученая степень, ученое
звание)

| | | |
|--|--|------------------------------|
| | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Асташев М.Г. |
| | Идентификатор | R7a29e524-AstashevMG-0583186 |

(подпись)

М.Г.

Асташев

(расшифровка
подписи)

ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Оценочные материалы по дисциплине предназначены для оценки: достижения обучающимися запланированных результатов обучения по дисциплине, этапа формирования запланированных компетенций и уровня освоения дисциплины.

Оценочные материалы по дисциплине включают оценочные средства для проведения мероприятий текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Формируемые у обучающегося компетенции:

1. ПК-1 Способен строить физические и математические модели принципиальных схем, блоков, устройств и установок электроники и нанoeлектроники, осуществлять моделирование и анализ с использованием стандартных программных средств компьютерного моделирования

ИД-3 Умеет строить и верифицировать физические и математические модели модулей, узлов, блоков электронных устройств

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Защита задания

1. Моделирование процессов в автономных преобразователях (Лабораторная работа)
2. Моделирование процессов в неуправляемом однофазном выпрямителе (Лабораторная работа)
3. Моделирование процессов в неуправляемом трехфазном выпрямителе (Лабораторная работа)
4. Моделирование процессов в управляемом трехфазном выпрямителе (Лабораторная работа)
5. Моделирование процессов в управляемом трехфазном выпрямителе с выходными фильтрами (Лабораторная работа)
6. Разработка имитационной модели преобразователя электрической энергии (Индивидуальный проект)

БРС дисциплины

7 семестр

| Раздел дисциплины | Веса контрольных мероприятий, % | | | | | | |
|--|---------------------------------|------|------|------|------|------|------|
| | Индекс КМ: | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 | КМ-4 | КМ-5 | КМ-6 |
| | Срок КМ: | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 | 15 |
| Имитационное моделирование неуправляемого однофазного выпрямителя | | | | | | | |
| Модели неуправляемых однофазных выпрямителей в среде Matlab | + | | | | | | + |
| Имитационное моделирование неуправляемого трехфазного выпрямителя | | | | | | | |
| Модели неуправляемых трехфазных выпрямителей в среде Matlab | | | + | | | | + |
| Имитационное моделирование управляемого сетевого трехфазного выпрямителя | | | | | | | |

| | | | | | | |
|--|---|----|----|----|----|----|
| Модели управляемых трехфазных выпрямителей в среде Matlab | | | + | | | + |
| Имитационное моделирование трехфазных сетевых выпрямителей с выходными фильтрами | | | | | | |
| Модели трехфазных сетевых выпрямителей с выходными фильтрами в среде Matlab | | | | + | | + |
| Имитационное моделирование автономных преобразователей | | | | | | |
| Модели регуляторов напряжения и автономных инверторов в среде Matlab | | | | | + | + |
| Вес КМ: | 5 | 15 | 15 | 15 | 15 | 35 |

\$Общая часть/Для промежуточной аттестации\$

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

I. Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

| Индекс компетенции | Индикатор | Запланированные результаты обучения по дисциплине | Контрольная точка |
|--------------------|---|--|---|
| ПК-1 | ИД-3ПК-1 Умеет строить и верифицировать физические и математические модели модулей, узлов, блоков электронных устройств | <p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> модели базовых схем регуляторов напряжения и инверторов модели типовых схем входных и выходных силовых фильтров модели базовых схем однофазных выпрямителей модели базовых схем трехфазных выпрямителей способы управления транзисторами и однооперационными тиристорами в среде моделирования <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> идентифицировать модели входных и выходных силовых фильтров рассчитывать параметры однофазных выпрямителей в среде моделирования рассчитывать параметры систем управления | <ul style="list-style-type: none"> Моделирование процессов в неуправляемом однофазном выпрямителе (Лабораторная работа) Моделирование процессов в неуправляемом трехфазном выпрямителе (Лабораторная работа) Моделирование процессов в управляемом трехфазном выпрямителе (Лабораторная работа) Моделирование процессов в управляемом трехфазном выпрямителе с выходными фильтрами (Лабораторная работа) Моделирование процессов в автономных преобразователях (Лабораторная работа) Разработка имитационной модели преобразователя электрической энергии (Индивидуальный проект) |

| | | | |
|--|--|---|--|
| | | транзисторами и однооперационными тиристорами в среде моделирования рассчитывать параметры трехфазных выпрямителей в среде моделирования рассчитывать параметры регуляторов напряжения и инверторов в среде моделирования | |
|--|--|---|--|

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. Моделирование процессов в неуправляемом однофазном выпрямителе

Формы реализации: Защита задания

Тип контрольного мероприятия: Лабораторная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 5

Процедура проведения контрольного мероприятия: Каждый студент защищает выполненную лабораторную работу

Краткое содержание задания:

Исследование однофазного неуправляемого выпрямителя на базе диодной мостовой схемы

Контрольные вопросы/задания:

| | |
|---|--|
| Знать: модели базовых схем однофазных выпрямителей | 1.Изобразить схему однофазного неуправляемого выпрямителя на базе диодной мостовой схемы с резистивной нагрузкой |
| Уметь: рассчитывать параметры однофазных выпрямителей в среде моделирования | 1.Построить качественно диаграммы основных токов и напряжений |

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

КМ-2. Моделирование процессов в неуправляемом трехфазном выпрямителе

Формы реализации: Защита задания

Тип контрольного мероприятия: Лабораторная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 15

Процедура проведения контрольного мероприятия: Каждый студент защищает выполненную лабораторную работу

Краткое содержание задания:

Исследование трёхфазного неуправляемого выпрямителя

Контрольные вопросы/задания:

| | |
|----------------------------|---|
| Знать: модели базовых схем | 1.Изобразить схему трёхфазного неуправляемого |
|----------------------------|---|

| | |
|---|---|
| трехфазных выпрямителей | выпрямителя на базе диодной мостовой схемы с трёхфазным входным трансформатором, первичная и вторичная обмотки которого соединены по схеме звезда и RL-нагрузкой. |
| Уметь: рассчитывать параметры систем управления транзисторами и однооперационными тиристорами в среде моделирования | 1. Построить качественно диаграммы основных токов и напряжений моделируемой схемы. |

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

КМ-3. Моделирование процессов в управляемом трехфазном выпрямителе

Формы реализации: Защита задания

Тип контрольного мероприятия: Лабораторная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 15

Процедура проведения контрольного мероприятия: Каждый студент защищает выполненную лабораторную работу

Краткое содержание задания:

Исследование трёхфазного управляемого выпрямителя на базе тиристорной мостовой схемы

Контрольные вопросы/задания:

| | |
|---|--|
| Знать: способы управления транзисторами и однооперационными тиристорами в среде моделирования | 1. Изобразить схему трёхфазного управляемого выпрямителя на базе тиристорной мостовой схемы с трёхфазным входным трансформатором, первичная и вторичная обмотки которого соединены по схеме звезда и RL-нагрузкой. |
| Уметь: рассчитывать параметры трехфазных выпрямителей в среде моделирования | 1. Построить качественно диаграммы основных токов и напряжений |

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

КМ-4. Моделирование процессов в управляемом трехфазном выпрямителе с выходными фильтрами

Формы реализации: Защита задания

Тип контрольного мероприятия: Лабораторная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 15

Процедура проведения контрольного мероприятия: Каждый студент защищает выполненную лабораторную работу

Краткое содержание задания:

Исследование трёхфазного управляемого выпрямителя

Контрольные вопросы/задания:

| | |
|--|---|
| Знать: модели типовых схем входных и выходных силовых фильтров | 1.Изобразить схему трёхфазного управляемого выпрямителя на базе тиристорной мостовой схемы с трёхфазным входным трансформатором, первичная и вторичная обмотки которого соединены по схеме звезда и RL-нагрузкой с дополнительным индуктивным фильтром. |
| Уметь: идентифицировать модели входных и выходных силовых фильтров | 1.Построить качественно диаграммы основных токов и напряжений |

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

КМ-5. Моделирование процессов в автономных преобразователях

Формы реализации: Защита задания

Тип контрольного мероприятия: Лабораторная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 15

Процедура проведения контрольного мероприятия: Каждый студент защищает выполненную лабораторную работу

Краткое содержание задания:

Исследовать схему трёхфазного инвертора напряжения

Контрольные вопросы/задания:

| | |
|---|--|
| Знать: модели базовых схем регуляторов напряжения и инверторов | 1.Изобразить схему трёхфазного инвертора напряжения на IGBT с обратными диодами, работающего на симметричную RL-нагрузку, соединенную по схеме звезда. |
| Уметь: рассчитывать параметры регуляторов напряжения и инверторов в среде моделирования | 1.Построить качественно диаграммы фазных и линейных напряжений для одной из фаз, а также тока нагрузки. |

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

КМ-6. Разработка имитационной модели преобразователя электрической энергии

Формы реализации: Защита задания

Тип контрольного мероприятия: Индивидуальный проект

Вес контрольного мероприятия в БРС: 35

Процедура проведения контрольного мероприятия: Каждый студент получает индивидуальное расчётное задание

Краткое содержание задания:

Составить модель преобразователя электрической энергии

Контрольные вопросы/задания:

| | |
|--|---|
| Знать: модели базовых схем однофазных выпрямителей | 1.Основные параметры моделей пассивных компонентов и диодов |
| Знать: модели базовых схем | 1.Варианты формирования импульсов управления |

| | |
|---|--|
| регуляторов напряжения и инверторов | для различных типов транзисторов |
| Знать: модели базовых схем трехфазных выпрямителей | 1.Основные параметры моделей датчиков тока и напряжения |
| Знать: модели типовых схем входных и выходных силовых фильтров | 1.Основные параметры моделей входных и выходных фильтров |
| Знать: способы управления транзисторами и однооперационными тиристорами в среде моделирования | 1.Варианты задания импульсов управления для тиристоров |
| Уметь: идентифицировать модели входных и выходных силовых фильтров | 1.Выбор параметров входных и выходных фильтров преобразователя |
| Уметь: рассчитывать параметры однофазных выпрямителей в среде моделирования | 1.Настроить модель диода в заданном режиме работы схемы |
| Уметь: рассчитывать параметры регуляторов напряжения и инверторов в среде моделирования | 1.Настроить подсистему подключения импульсов управления для различных типов транзисторов |
| Уметь: рассчитывать параметры систем управления транзисторами и однооперационными тиристорами в среде моделирования | 1.Выбрать соответствующие схеме модели датчиков тока и напряжения |
| Уметь: рассчитывать параметры трехфазных выпрямителей в среде моделирования | 1.Настроить подсистему подключения импульсов управления для тиристоров |

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

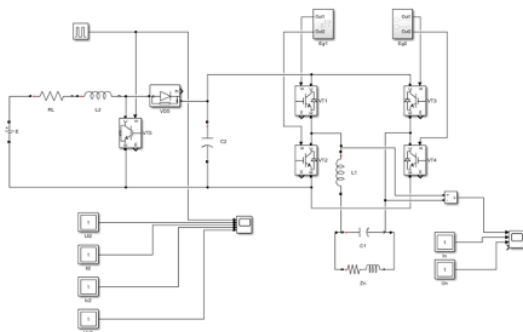
СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

7 семестр

Форма промежуточной аттестации: Зачет с оценкой

Пример билета

Варианты построения системы ШИМ-управления для автономных преобразователей в виде подсистемы модели в среде Matlab.



Процедура проведения

Каждый студент получает индивидуальное задание

1. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины

1. Компетенция/Индикатор: ИД-3пк-1 Умеет строить и верифицировать физические и математические модели модулей, узлов, блоков электронных устройств

Вопросы, задания

1. Варианты построения трехфазного импульсного трансформатора и расчета заданного коэффициента передачи в среде Matlab.
2. Варианты организации импульсов управления для тиристора и настройка углов сдвига при работе на различные типы нагрузки.
3. Способы графического вывода основных диаграмм работы модели и средства их обработки.

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Какой тип полупроводниковых ключей используется в модели неуправляемого выпрямителя?

Ответы:

- а) тиристор
- б) запираемый тиристор
- в) транзистор
- г) диод

Верный ответ: г) диод

2. Чему равно постоянное напряжение на емкостном фильтре модели неуправляемого выпрямителя?

Ответы:

- а) амплитуде синусоидального напряжения на входе
- б) действующему значению напряжения на входе
- в) среднему напряжению на входе

г) мгновенному напряжению на входе

Верный ответ: а) амплитуде синусоидального напряжения на входе

3. От какой точки отсчитывается угол управления в модели трехфазного управляемого выпрямителя?

Ответы:

а) от нулевой точки синусоидального напряжения

б) от точки максимума синусоидального напряжения

в) от точки естественной коммутации

г) от точки принудительной коммутации

Верный ответ: в) от точки естественной коммутации

4. При каком угле регулирования напряжение на выходе равно нулю в модели управляемого выпрямителя с большой индуктивной нагрузкой?

Ответы:

а) 180 градусов

б) 270 градусов

в) 90 градусов

г) 45 градусов

Верный ответ: в) 90 градусов

5. Какой функцией описывается регулировочная характеристика в модели управляемого выпрямителя?

Ответы:

а) синус

б) косинус

в) тангенс

г) арктангенс

Верный ответ: б) косинус

6. Как соотносятся частота коммутации и выходная частота модели инвертора при ШИМ-управлении?

Ответы:

а) выходная частота много больше частоты коммутации

б) выходная частота равна частоте коммутации

в) частоты коммутации много больше выходной частоты

г) в любом соотношении

Верный ответ: в) частоты коммутации много больше выходной частоты

7. Чему равно максимальное значение относительной длительности импульса замкнутого состояния силового ключа инвертора в модели с ШИМ-управлением?

Ответы:

а) 1

б) $\frac{1}{2}$

в) $\frac{3}{4}$

г) 2

Верный ответ: а) 1

8. Чему равна максимальная амплитуда напряжения на выходе модели инвертора с синусоидальным ШИМ-управлением?

Ответы:

а) напряжению источника питания

б) половине напряжения источника питания

в) трети напряжения источника питания

г) удвоенному значению напряжения источника питания

Верный ответ: б) половине напряжения источника питания

9. При каком типе фильтра модель управляемого выпрямителя имеет наименьший коэффициент мощности?

Ответы:

- а) без фильтра
- б) LC-фильтр
- в) С-фильтр
- г) активный выпрямитель

Верный ответ: в) С-фильтр

10. Какой из способов вывода осциллограмм работы модели применяется в среде Matlab Simulink?

Ответы:

- а) подключить аналоговый осциллограф к компьютеру
- б) подключить цифровой осциллограф к компьютеру
- в) использовать объект Scope из библиотеки Simscape
- г) вывести данные в табличном виде и построить от руки осциллограммы

Верный ответ: в) использовать объект Scope из библиотеки Simulink

11. Каков угол сдвига между модулирующими сигналами в модели трехфазного инвертора с синусоидальным ШИМ-управлением?

Ответы:

- а) 180 градусов
- б) 120 градусов
- в) 90 градусов
- г) 45 градусов

Верный ответ: б) 120 градусов

12. Каким способом задается коэффициент трансформации в модели трансформатора из библиотеки Simscape среды Matlab Simulink?

Ответы:

- а) вводится напряжение на первичной и вторичной обмотке трансформатора в настройках модели
- б) коэффициент трансформации вводится непосредственно в настройках модели
- в) недоступен к настройке
- г) устанавливается произвольным образом при запуске модели

Верный ответ: а) вводится напряжение на первичной и вторичной обмотке трансформатора в настройках модели

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "продвинутого" уровня. Ответы даны верно, четко сформулированные особенности практических решений

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "базового" уровня. Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные недостатки

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "порогового" уровня. Основная часть задания выполнена верно. на вопросы углубленного уровня

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и аттестационной составляющих