

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

**Направление подготовки/специальность: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника**

**Наименование образовательной программы: Электромеханика, электрические и электронные аппараты**

**Уровень образования: высшее образование - бакалавриат**

**Форма обучения: Очная**

**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Силовая электроника**

**Москва  
2025**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Киселев М.Г.
	Идентификатор	R572ca413-KiselevMG-f37ee096

М.Г. Киселев

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Кузнецова Е.А.
	Идентификатор	Re7bf1ad9-KuznetsovaYA-c9331b9

Е.А.  
Кузнецова

Заведующий  
выпускающей кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Киселев М.Г.
	Идентификатор	R572ca413-KiselevMG-f37ee096

М.Г. Киселев

## 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-3 Способен использовать методы математического анализа и компьютерного моделирования для изучения принципов функционирования и исследования характеристик и особенностей работы электрических машин и аппаратов

ИД-7 Демонстрирует знание принципа работы устройств силовой электроники и применяет методы анализа электрических цепей

2. ПК-4 Способен принимать участие в проектировании, анализировать конкурентоспособные варианты технических решений и обосновывать выбор целесообразных проектных решений в соответствии с требованиями технического задания в области электрических машин и аппаратов

ИД-3 Демонстрирует знание элементной базы силовой электроники и основных типов электрических аппаратов, их областей применения, особенностей, характеристик

и включает:

**для текущего контроля успеваемости:**

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Моделирование инверторов (Домашнее задание)
2. Моделирование тиристорных выпрямителей (Домашнее задание)

Форма реализации: Письменная работа

1. Инверторы (Контрольная работа)
2. Тиристорные выпрямители (Контрольная работа)

## БРС дисциплины

### 5 семестр

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:**

- КМ-1 Тиристорные выпрямители (Контрольная работа)
- КМ-2 Моделирование тиристорных выпрямителей (Домашнее задание)
- КМ-3 Инверторы (Контрольная работа)
- КМ-4 Моделирование инверторов (Домашнее задание)

**Вид промежуточной аттестации – Экзамен.**

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4

	Срок КМ:	4	8	12	16
Выпрямители					
Элементная база силовой электроники. Классификация и области применения силовых электронных преобразователей	+				
Однофазные выпрямители. Схемы, принцип работы, характеристики.	+	+			
Трехфазные выпрямители. Схемы, принцип работы, характеристики	+	+			
Инверторы					
Однофазные автономные инверторы. Схемы, принцип действия, способы управления.		+	+	+	
Трехфазные автономные инверторы. Схемы, принцип действия, способы управления.			+	+	
Резонансные инверторы. Преобразователи частоты.			+		
	Вес КМ:	25	25	25	25

## 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-3	ИД-7 <sub>ПК-3</sub> Демонстрирует знание принципа работы устройств силовой электроники и применяет методы анализа электрических цепей	Знать: Принцип работы автономных инверторов и их характеристики Элементную базу устройств силовой электроники, принцип работы выпрямителей и их характеристики Уметь: Применять методы анализа электрических цепей для расчета процессов в схемах инверторов Применять методы анализа электрических цепей для расчета процессов в схемах выпрямителей	КМ-1 Тиристорные выпрямители (Контрольная работа) КМ-3 Инверторы (Контрольная работа)
ПК-4	ИД-3 <sub>ПК-4</sub> Демонстрирует знание элементной базы силовой электроники и основных типов электрических аппаратов, их областей применения, особенностей,	Знать: Основы составления моделей в специализированном программном обеспечении Уметь: Разрабатывать и	КМ-2 Моделирование тиристорных выпрямителей (Домашнее задание) КМ-4 Моделирование инверторов (Домашнее задание)

	характеристик	анализировать схемы выпрямителей посредством специализированного программного обеспечения Разрабатывать и анализировать схемы инверторов посредством специализированного программного обеспечения;	
--	---------------	---	--

## II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

### КМ-1. Тиристорные выпрямители

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Выдается задача. Время на выполнение - 45 минут.

#### Краткое содержание задания:

Решение задачи по теме тиристорный выпрямитель

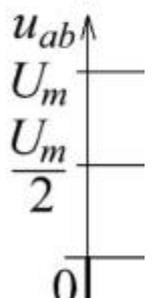
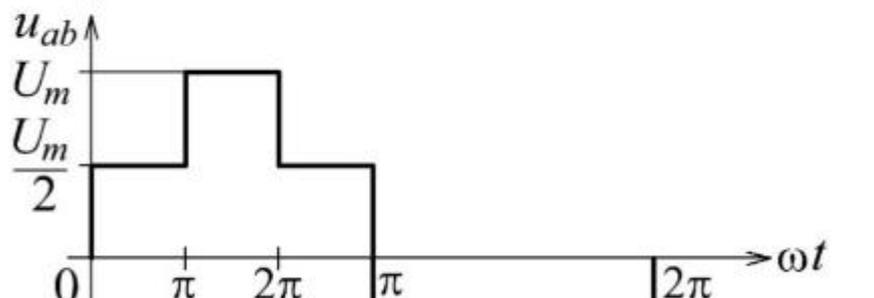
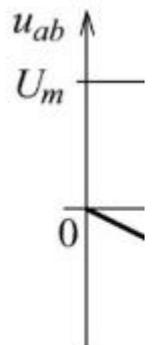
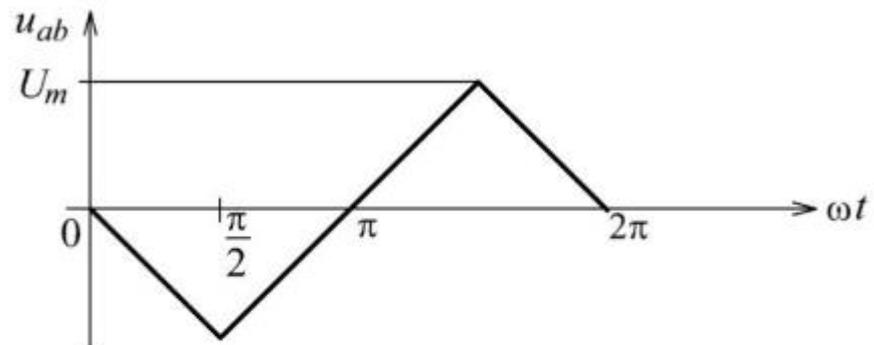
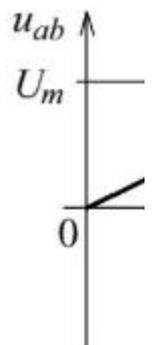
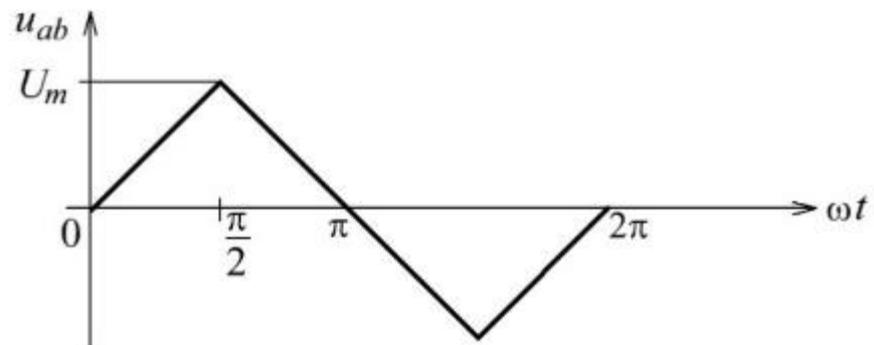
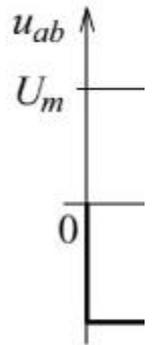
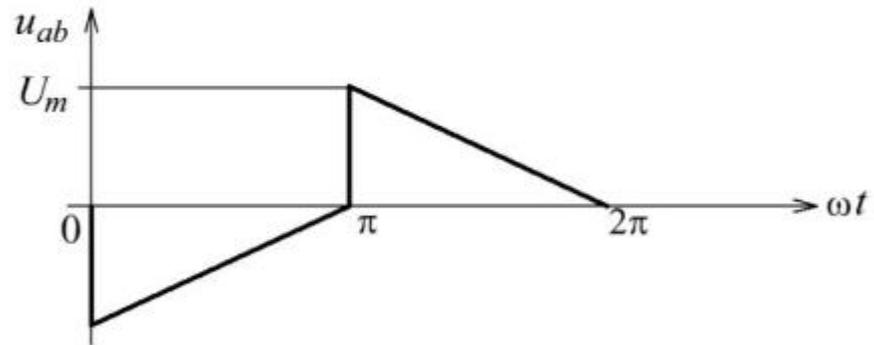
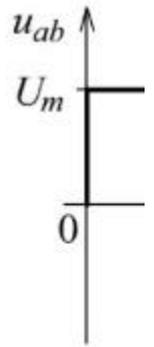
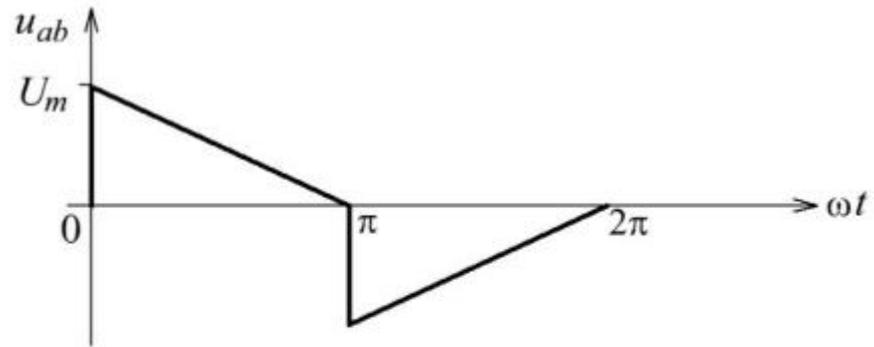
#### Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: Элементную базу устройств силовой электроники, принцип работы выпрямителей и их характеристики	1.Какие функции выполняет выпрямитель?
Уметь: Применять методы анализа электрических цепей для расчета процессов в схемах выпрямителей	1.Для однофазной схемы двухполупериодного выпрямителя с $RL$ -нагрузкой ( $L = \infty$ ) заданы напряжение источника $u_{ab}$ ( $u_{a0} = u_{ab} / 2$ ; $u_{b0} = -u_{ab} / 2$ ) и угол управления $\alpha = 90^\circ$ . Необходимо построить указанные диаграммы токов и напряжений и рассчитать требуемые значения токов, напряжений и мощностей.

<p>Запланированные результаты обучения по дисциплине</p>	<p>Вопросы/задания для проверки</p>

Запланированные результаты обучения по дисциплине

Вопросы/задания для проверки



**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5 («отлично»)*

*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 («хорошо»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 65*

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

*Оценка: 3 («удовлетворительно»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

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

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "не зачтено" выставляется если задание не выполнено в отведенный срок или результат не соответствует заданию*

**КМ-2. Моделирование тиристорных выпрямителей**

**Формы реализации:** Компьютерное задание

**Тип контрольного мероприятия:** Домашнее задание

**Вес контрольного мероприятия в БРС: 25**

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Выдается задание и схема выпрямителя для разработки модели.

**Краткое содержание задания:**

Для схемы трехфазного выпрямителя со средней точкой разработать модель. Снять регулировочную характеристику.

**Контрольные вопросы/задания:**

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: Основы составления моделей в специализированном программном обеспечении	1.Как задать сигнал управления для тиристора? 2.Какая используется библиотека для моделирования тиристоров?
Уметь: Разрабатывать и анализировать схемы выпрямителей посредством специализированного программного обеспечения	1.Получить график выходного напряжения трехфазного выпрямителя и найти его среднее значение.

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5 («отлично»)*

*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 («хорошо»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 65*

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

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

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

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

### КМ-3. Инверторы

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Выдается задача. Время на выполнение - 45 минут.

**Краткое содержание задания:**

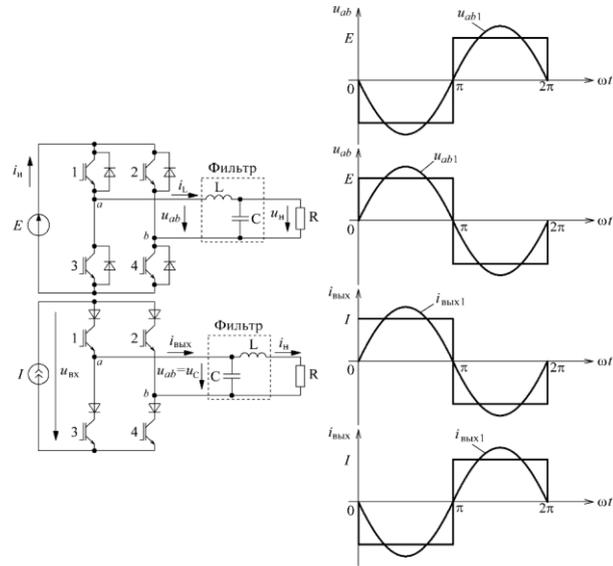
Решить задачу по теме инвертор и ответить на вопросы.

**Контрольные вопросы/задания:**

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: Принцип работы автономных инверторов и их характеристики	1. Принцип работы инвертора напряжения
Уметь: Применять методы анализа электрических цепей для расчета процессов в схемах инверторов	1. Для однофазной мостовой схемы автономного инвертора напряжения заданы напряжение источника $E = 100$ В и выходное напряжение $u_{ab}$ , которое имеет частоту $f = 50$ Гц и амплитуду основной гармоники $U_{ab1,m} = (4E / \pi) \sin(\pi / 2)$ , коэффициент заполнения $g = 1$ . LC-фильтр формирует на нагрузке синусоидальное напряжение, амплитуда которого $U_{н,m} = 73$ В, а начальная фаза $\varphi_n = -90^\circ$ . Емкость конденсатора $C = 36,8$ мкФ, сопротивление нагрузки $R = 50$ Ом.

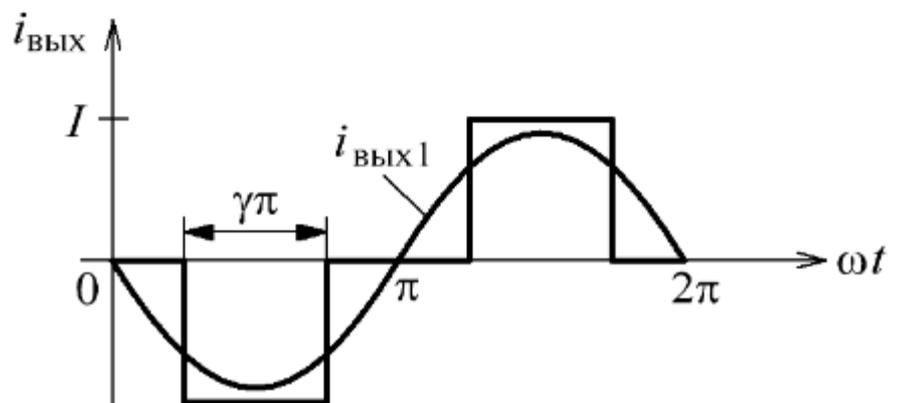
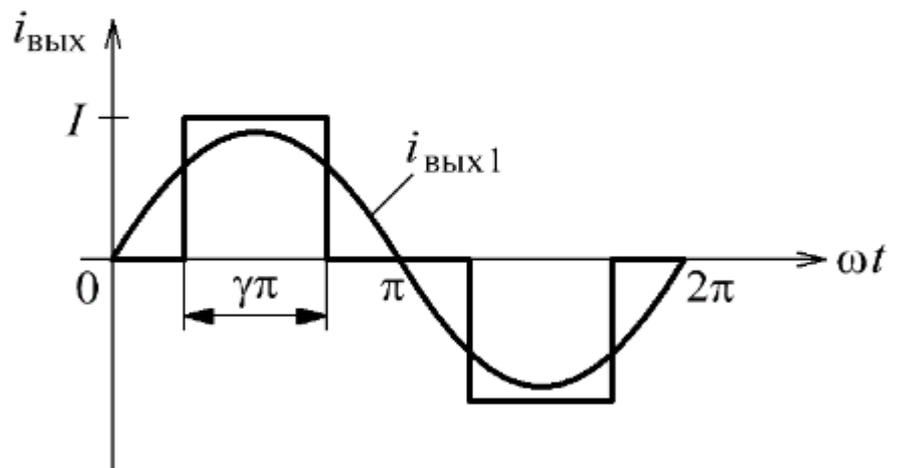
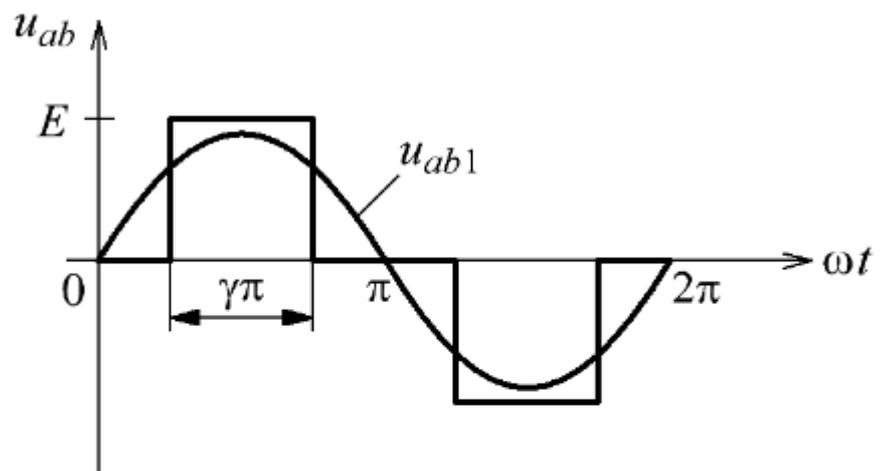
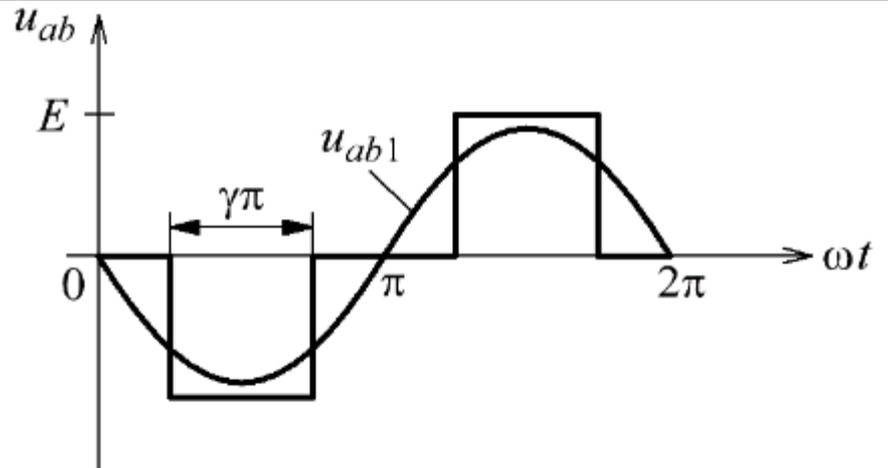
Запланированны  
е результаты  
обучения по  
дисциплине

Вопросы/задания для проверки



Запланированны  
е результаты  
обучения по  
дисциплине

Вопросы/задания для проверки



**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5 («отлично»)*

*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 («хорошо»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 65*

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

*Оценка: 3 («удовлетворительно»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

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

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено*

**КМ-4. Моделирование инверторов**

**Формы реализации:** Компьютерное задание

**Тип контрольного мероприятия:** Домашнее задание

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Выдается задание и схема выпрямителя для разработки модели.

**Краткое содержание задания:**

Для схемы трехфазного инвертора разработать модель. Снять регулировочную характеристику. Получить и проанализировать спектральный состав выходного напряжения.

**Контрольные вопросы/задания:**

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: Разрабатывать и анализировать схемы инверторов посредством специализированного программного обеспечения;	1.Получить спектральный состав выходного напряжения.

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5 («отлично»)*

*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 («хорошо»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 65*

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

*Оценка: 3 («удовлетворительно»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

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

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено*

# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

## 5 семестр

**Форма промежуточной аттестации:** Экзамен

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

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-7<sub>ПК-3</sub> Демонстрирует знание принципа работы устройств силовой электроники и применяет методы анализа электрических цепей

#### **Вопросы, задания**

1. Силовые полупроводниковые приборы (диоды, биполярные транзисторы, полевые транзисторы, биполярные транзисторы с изолированным затвором, тиристоры, запираемые тиристоры).
2. Однофазная однополупериодная схема выпрямителя с активной и активно индуктивной нагрузкой. Регулировочные, нагрузочные и энергетические характеристики.
3. Однофазная схема выпрямителя со средней точкой с активной и активно индуктивной нагрузкой. Регулировочные, нагрузочные и энергетические характеристики.
4. Однофазная мостовая схема выпрямителя с активной и активно индуктивной нагрузкой. Регулировочные, нагрузочные и энергетические характеристики.
5. Работа на противо ЭДС однофазной мостовой схемы выпрямителя
6. Трехфазная схема со средней точкой.
7. Трехфазный мостовой выпрямитель на диодах и тиристорах. Работа при активной нагрузке.
8. Трехфазный мостовой выпрямитель на тиристорах. Работа при активно-индуктивной нагрузке.
9. Инвертор тока на основе тиристоров с принудительной коммутацией.
10. Инвертор тока на полностью управляемых электронных ключах с активно емкостной нагрузкой.
11. Полумостовая и мостовая схемы инвертора напряжения с активно индуктивной нагрузкой.
12. Регулирование выходного напряжения и тока в схемах инверторов.
13. Выходные фильтры автономных инверторов.
14. Трехфазные мостовые схемы инверторов напряжения и инверторов тока на транзисторах.
15. Способы управления трехфазным инвертором напряжения (методы 180 и 120 градусной коммутации).
16. Особенности работы трехфазной мостовой схемы с нейтральным проводником при активно индуктивной нагрузке.
17. Принцип действия резонансных преобразователей.
18. Схемы последовательных резонансных инверторов на тиристорах.
19. Принцип прямого преобразования частоты (непосредственные тиристорные преобразователи частоты). Трехфазно однофазная схема.
20. Преобразователи частоты со звеном постоянного тока.

#### **Материалы для проверки остаточных знаний**

1. Какой полупроводниковый ключ называют не полностью управляемым?

Ответы:

диод; тиристор; транзистор; идеальный ключ

Верный ответ: тиристор

2. Какое условие включения диода является верным?

Ответы:

прикладывается прямое напряжение; подача управляющего сигнала, прикладывается обратное напряжение, протекание прямого тока

Верный ответ: прикладывается прямое напряжение

3. К какому полупроводниковому ключу допускается прикладывать обратное напряжение?

Ответы:

тиристор, биполярный транзистор, полевой транзистор, контактор

Верный ответ: тиристор

4. Как называется функция преобразователя, при которой переменная составляющая напряжения преобразуется в постоянную составляющую?

Ответы:

инвертирование, выпрямление, регулирование, инверсия

Верный ответ: выпрямление

5. На каких полупроводниковых ключах собирается регулируемая схема выпрямления?

Ответы:

транзисторы, тиристоры, диоды, контакторы

Верный ответ: тиристоры

6. К какому току в нагрузке выпрямителя приводит наличие в нагрузке дросселя с большой индуктивностью?

Ответы:

переменному с частотой 100 Гц, синус по модулю, постоянному, пилообразному

Верный ответ: постоянному

7. Какой формы ток нагрузки у однофазной диодной мостовой схемы с активной нагрузкой?

Ответы:

синусоидальный, синус по модулю, экспоненциальный, постоянный

Верный ответ: синус по модулю

8. Какую функцию выполняет инвертор?

Ответы:

выпрямление, инверсия, инвертирование, регулирование

Верный ответ: инвертирование

9. Чем определяется амплитуда выходного напряжения однофазного инвертора без применения регулирования?

Ответы:

соответствует входному напряжению, моментом включения транзисторов, сопротивлением нагрузки, типом выбранных ключей

Верный ответ: соответствует входному напряжению

**2. Компетенция/Индикатор:** ИД-3ПК-4 Демонстрирует знание элементной базы силовой электроники и основных типов электрических аппаратов, их областей применения, особенностей, характеристик

### Вопросы, задания

1. Регулировочные характеристики трехфазного мостового и трехфазного выпрямителя со средней точкой.
2. Мостовая схема с управлением методом синусоидальной широтно-импульсной модуляции.
3. Внешние и энергетические характеристики однофазных и трехфазных инверторов.
4. Трехфазные тиристорные преобразователи частоты.
5. Уменьшение искажения выходного напряжения.

## Материалы для проверки остаточных знаний

1. Какой тип ключа применяется в силовой электронике?

Ответы:

контактор, автоматический выключатель, транзистор, сигнальный

Верный ответ: транзистор

2. Какие полупроводниковые ключи применяются в инверторах?

Ответы:

диоды, контакторы, транзисторы, реле

Верный ответ: транзисторы

3. При увеличении угла управления среднее значение выходного напряжения выпрямителя?

Ответы:

увеличивается, уменьшается, не изменяется, инвертируется

Верный ответ: уменьшается

4. Сколько ключей используется в трехфазной мостовой схеме выпрямителя?

Ответы:

3, 6, 4, 1м

Верный ответ: 6

5. Сколько ключей одновременно включено в однофазной схеме инвертора?

Ответы:

3, 2, 4, все

Верный ответ: 2

6. Сколько ключей одновременно включено в трехфазной схеме инвертирования при 180-ти градусной коммутации?

Ответы:

2,3,4,8

Верный ответ: 3

7. Какой формы выходное напряжение однофазного инвертора без выходного фильтра?

Ответы:

синусоидальное, постоянное, меандр, синус по модулю

Верный ответ: меандр

## II. Описание шкалы оценивания

*Оценка: 5 («отлично»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 80*

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

*Оценка: 4 («хорошо»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 65*

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

*Оценка: 3 («удовлетворительно»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

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

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа не выполнена или выполнена преимущественно неправильно

### ***III. Правила выставления итоговой оценки по курсу***

Оценка определяется по совокупности результатов текущего контроля успеваемости и оценки по экзамену в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ».