

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

**Направление подготовки/специальность: 11.04.04 Электроника и нанoeлектроника**

**Наименование образовательной программы: Промышленная электроника и микропроцессорная техника**

**Уровень образования: высшее образование - магистратура**

**Форма обучения: Очная**

**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Силовая энергетическая электроника**

**Москва  
2023**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Панфилов Д.И.
Идентификатор	R54953984-PanfilovDI-b16b5a5a	

(подпись)

Д.И.  
Панфилов

(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 проводить и сопровождать работы по проектированию устройств электроники и нанoeлектроники в соответствии с требованиями технического задания
- ИД-3 Умеет анализировать, исследовать и разрабатывать схемы узлов и блоков устройства электроники и нанoeлектроники на основе технического задания

и включает:

**для текущего контроля успеваемости:**

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Разработка структуры системы управления для различных типов устройств силовой электроники. Моделирование режимов работы устройств силовой электроники в электрических сетях (Контрольная работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. Расчет компенсаторов мощности при различных топологиях их построения (Контрольная работа)
2. Расчет режима работы трехфазной схемы с различными типами нагрузок (Контрольная работа)
3. Силовые полупроводниковые ключи и коммутаторы (Контрольная работа)

## БРС дисциплины

3 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	4	8	10	14
Расчет и анализ 3-х фазных электрических схем.					
3-х фазные электрические схемы. Расчет 3-х фазных электрических сетей. Магистральные и распределительные сети	+	+			
Силовые полупроводниковые ключи					
Силовые полупроводниковые ключи. Основные справочные характеристики. Полупроводниковые коммутаторы.			+	+	
Устройства силовой электроники для управления режимами работы электрических сетей					
Основные типы устройств силовой электроники для управления режимами работы электрических сетей.			+	+	

Системы управления устройствами силовой электроники для работы в цифровых сетях. Моделирование устройств силовой электроники в электрических сетях.				
Применение устройств силовой электроники в цифровых электрических сетях.			+	+
Применение устройств силовой электроники и построение системы управления для работы в цифровых сетях				
Особенности построения, расчета и применения устройств силовой электроники для управления режимами работы электрических сетей.			+	+
Вес КМ:	25	25	25	25

\$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 анализировать, исследовать и разрабатывать схемы узлов и блоков устройства электроники и нанoeлектроники на основе технического задания	Знать: принципы работы преобразователей в электроэнергетике и использовать нормативные и справочные документы при их расчете Уметь: учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности	Расчет режима работы трехфазной схемы с различными типами нагрузок (Контрольная работа) Силовые полупроводниковые ключи и коммутаторы (Контрольная работа) Расчет компенсаторов мощности при различных топологиях их построения (Контрольная работа) Разработка структуры системы управления для различных типов устройств силовой электроники. Моделирование режимов работы устройств силовой электроники в электрических сетях (Контрольная работа)

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

### КМ-1. Расчет режима работы трехфазной схемы с различными типами нагрузок

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Задания распределяются между студентами по вариантам. Каждому выдается индивидуальное задание. Проверка проводится сразу же после сдачи всех работ в аудитории. Продолжительность: 30 минут. В результате решения ответ пишется самостоятельно.

#### Краткое содержание задания:

Определить параметры 3-х фазной сети (токи и напряжения нагрузки, генератора, вспомогательных элементов схемы) зная параметры нагрузки.

#### Контрольные вопросы/задания:

Знать: принципы работы преобразователей в электроэнергетике и использовать нормативные и справочные документы при их расчете	1. Какими законами описывается режим работы электрической сети 2. Как определить токи в нагрузке 3. Как определить разность потенциалов между двумя произвольными точками на электрической схеме 4. Какого характера может быть нагрузка в электрической сети
--	--

#### Описание шкалы оценивания:

*Оценка:* зачтено

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "зачтено" выставляется если задание выполнено правильно или с незначительными недочетами

*Оценка:* не зачтено

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

### КМ-2. Силовые полупроводниковые ключи и коммутаторы

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Задания распределяются между студентами по вариантам. Каждому выдается индивидуальное задание. Проверка проводится сразу же после сдачи всех работ в аудитории. Продолжительность: 40 минут. В результате решения ответ пишется самостоятельно.

#### Краткое содержание задания:

Указать верные свойства силовых полупроводниковых ключей и коммутаторов

#### Контрольные вопросы/задания:

Знать: принципы работы преобразователей в	1. Укажите верную ВАХ характеристику диода 2. Укажите верную ВАХ характеристику тиристора
---	--

<p>электроэнергетике и использовать нормативные и справочные документы при их расчете</p>	<p>3. Укажите верную ВАХ характеристику транзистора  4. В каком режиме работает стабилитрон при прикладывании к нему прямого напряжения (положительный потенциал на аноде)  5. Укажите формулу для определения длины волны свечения светодиода</p>
---	--

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: зачтено*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "зачтено" выставляется если задание выполнено правильно или с незначительными недочетами

*Оценка: не зачтено*

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

**КМ-3. Расчет компенсаторов мощности при различных топологиях их построения**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Задания распределяются между студентами по вариантам. Каждому выдается индивидуальное задание. Проверка проводится сразу же после сдачи всех работ в аудитории. Продолжительность: 45 минут. В результате решения ответ пишется самостоятельно.

**Краткое содержание задания:**

Произведите расчета баланса мощностей 3-х фазной схемы с компенсатором реактивной мощности

**Контрольные вопросы/задания:**

<p>Уметь: учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности</p>	<p>1. Опишите методику расчета баланса мощностей в схеме  2. Как рассчитывать мощность несимметрии  3. Как оценить коэффициент мощности преобразователя</p>
---	---

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: зачтено*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "зачтено" выставляется если задание выполнено правильно или с незначительными недочетами

*Оценка: не зачтено*

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

**КМ-4. Разработка структуры системы управления для различных типов устройств силовой электроники. Моделирование режимов работы устройств силовой электроники в электрических сетях**

**Формы реализации:** Компьютерное задание

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Задания распределяются между студентами по вариантам. Каждому выдается индивидуальное задание. Проверка проводится сразу же после сдачи всех работ в аудитории. Продолжительность: 45 минут. В результате решения необходимо ответ написать самостоятельно и сделать вывод о полученных результатах расчета.

**Краткое содержание задания:**

Промоделируйте в программе LTspice/MATLAB электрическую схему. Проанализируйте осциллограммы и рассчитайте необходимые параметры. Нарисуйте качественно блок схему системы управления для управления режимом работы схемы

**Контрольные вопросы/задания:**

Уметь: учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности	1.Покажите на примере схемы однофазного управляемого выпрямителя принцип управления напряжением на выходе выпрямителя 2.Покажите на примере схемы трехфазного управляемого выпрямителя принцип управления напряжением на выходе выпрямителя 3.Покажите на примере схемы инвертора напряжения принцип управления передаваемой инвертором мощности
--	--

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка:* зачтено

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "зачтено" выставляется если задание выполнено правильно или с незначительными недочетами

*Оценка:* не зачтено

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



# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

## 3 семестр

**Форма промежуточной аттестации:** Зачет с оценкой

### Пример билета

- 1 - На основе ВАХ поясните режим работы диода и тиристор. Какие отличительные особенности работы диодов и тиристор вы можете выделить
- 2 - Опишите методику расчета баланса мощностей. Какую информацию можно получить о рассчитанной схеме, при применении этого метода

### Процедура проведения

Каждый студент выбирает в закрытую один билет из стопки билетов, затем через 45 минут в порядке очередности отвечают на основные вопросы билета и дополнительные вопросы преподавателя. В каждом билете 2 вопроса по всему курсу

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

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-3ПК-1 Умеет анализировать, исследовать и разрабатывать схемы узлов и блоков устройства электроники и наноэлектроники на основе технического задания

### Вопросы, задания

- 1.Каким образом производится продольная компенсация мощности. Нарисуйте схему преобразователя продольной компенсации
- 2.Каким образом производится поперечной компенсация мощности. Нарисуйте схему преобразователя поперечной компенсации
- 3.На основе ВАХ поясните режимы работы диода и тиристор. Какие отличительные особенности работы диодов и тиристор можно выделить при этих режимах
- 4.Каким образом диоды применяют для выпрямления переменного тока
- 5.Нарисуйте типичную блок схему системы (обратной связи) управления для управления режимами работы электрической сети
- 6.Какие методы расчета электрических цепей вы знаете. На примере произвольной схемы продемонстрируйте применение одного из метода расчета
- 7.Как определить установившийся режим работы в электрической схеме при присутствии нелинейных элементов (диод)
- 8.Какие из паразитных параметров диодов, тиристор нужно учитывать при определении режима работы электрической схемы
- 9.Опишите принцип работы и применение стабилитрона в преобразовательной технике
- 10.Приведите уравнение расчета среднего, действующего значения произвольного сигнала за период работы сети.

### Материалы для проверки остаточных знаний

- 1.Запишите закон Ома в дифференциальной форме.

Ответы:

Требуется записать уравнение и указать входящие переменные

Верный ответ:  $j=qE$   $j$  - вектор плотности тока  $q$  - удельная проводимость  $E$  - вектор напряженности электрического поля

2. Укажите предельные значения токов и напряжений, коммутируемых отечественными IGBT приборами.

Ответы:

- а) 1000 В, 100 А
- б) 1500 В, 500 А
- в) 2000 В, 2000 А
- г) 100 В, 10 А

Верный ответ: б) 1500 В, 500 А

3. Какие параметры из эквивалентной схемы замещения силового трансформатора определяются из опыта холостого хода?

Ответы:

- а) параметры первичной обмотки трансформатора
- б) параметры намагничивания трансформатора
- в) параметры первичной и вторичной обмотки трансформатора
- г) параметры вторичной обмотки трансформатора

Верный ответ: а) параметры первичной обмотки трансформатора

4. Для трансформатора с тремя секциями вторичной обмотки с различным количеством их чисел витков, сколько комбинаций соединений обмоток, можно реализовать за счет различного последовательного включения секций (обмотки всегда подключены)?

Ответы:

- а) 3
- б) 7
- в) 8
- г) 6

Верный ответ: в) 8

5. Что из перечисленного вызывает несимметрию токов фаз в 3-х фазной 3-х проводной сети?

Ответы:

- а) различие в сопротивлениях нагрузки в каждой из фаз сети
- б) реактивная мощность в одной из фаз сети
- в) реактивная мощность в каждой фазе сети
- г) ничего из вышеперечисленного

Верный ответ: а) различие в сопротивлениях нагрузки в каждой из фаз сети

6. Что из перечисленного вызывает протекание реактивной мощности в 3-х фазной сети?

Ответы:

- а) наличие индуктивности в одной из фаз сети
- б) разрыв в одной из фаз сети
- в) короткое замыкание в одной из фаз сети
- г) ничего из вышеперечисленного

Верный ответ: а) наличие индуктивности в одной из фаз сети

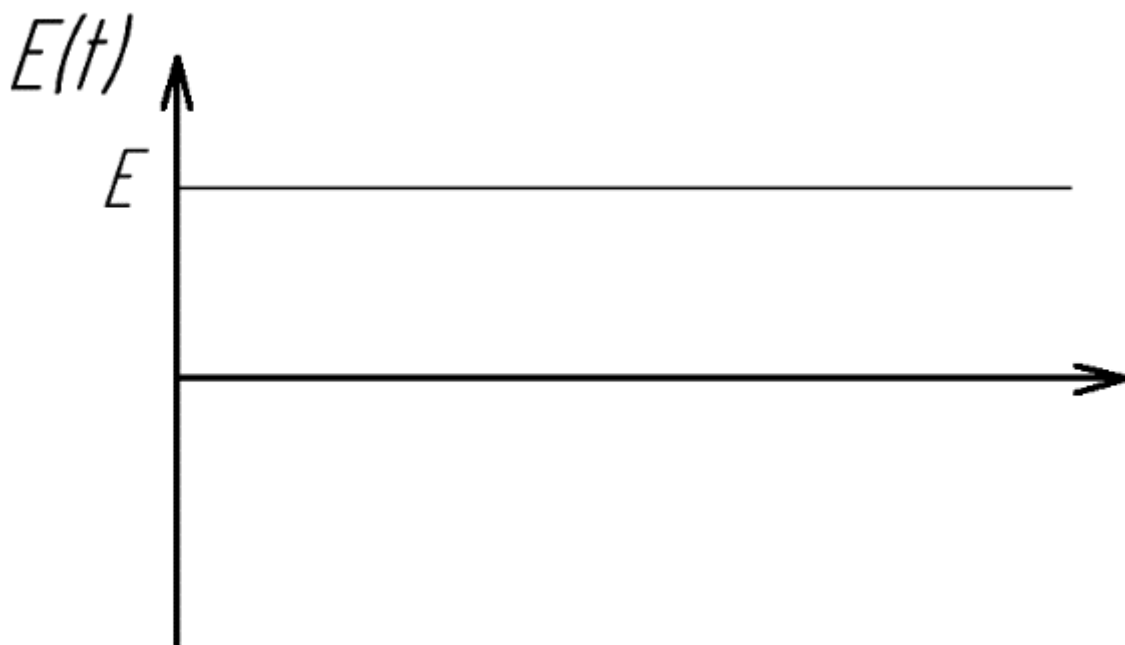
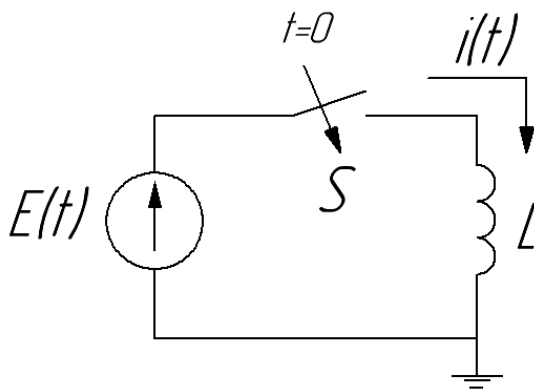
7. Какие из идеализированных элементов необходимо присоединить к однофазной сети для достижения резонанса напряжения? Как эти элементы должны быть соединены между собой?

Ответы:

- а) индуктивность и емкость, параллельно между собой
- б) емкость последовательно с сетью
- в) индуктивность последовательно с сетью
- г) индуктивность и емкость последовательно с сетью

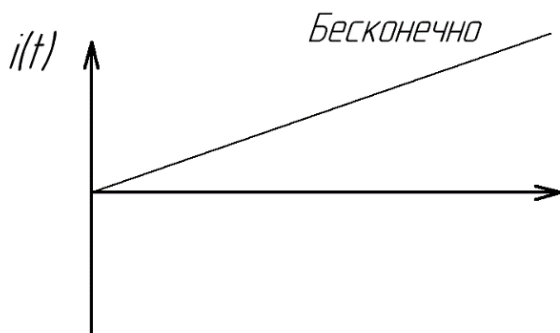
Верный ответ: г) индуктивность и емкость последовательно с сетью

8. Укажите верный график изменения тока в схеме при подключении к схеме источника напряжения заданной формы.

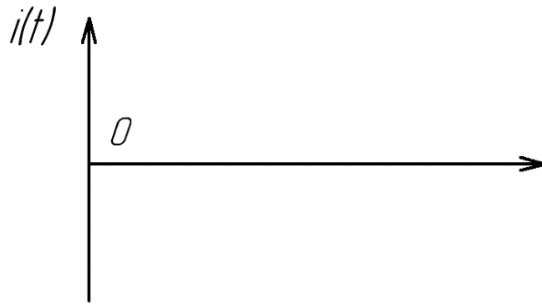


Ответы:

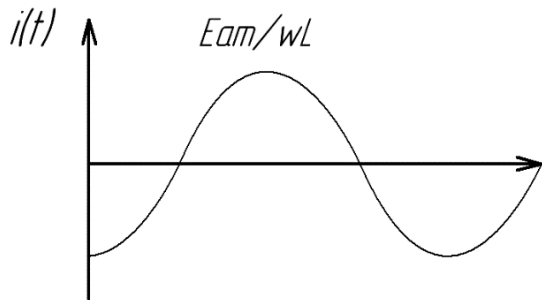
а)



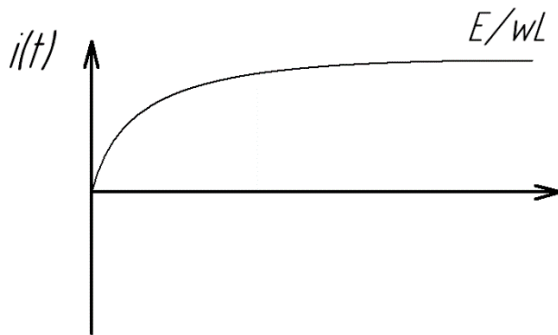
б)



в)

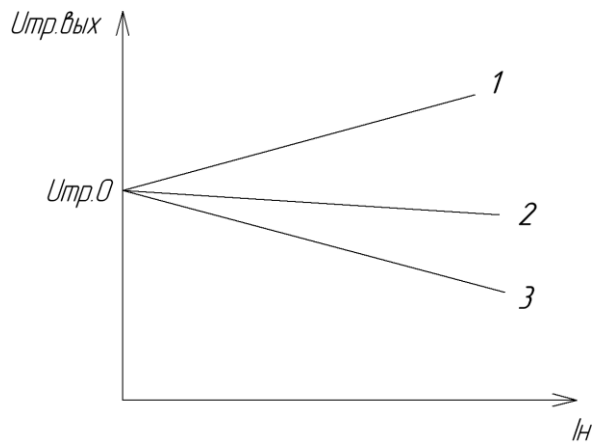


г)



Верный ответ: а)

9. На графике приведены внешние характеристики трансформатора, работающего на активно-индуктивную и активно-емкостную нагрузку



Укажите вид внешней характеристики трансформатора, работающего на активно-индуктивную нагрузку с наибольшими потерями в обмотках трансформатора

Ответы:

- а) 1
- б) только 2
- в) только 3
- г) 2 и 3

Верный ответ: в) только 3

10. В контуре последовательно подключены источник синусоидального напряжения, однооперационный тиристор, активное сопротивление нагрузки. Укажите условие выключения тиристора, если до этого к нему было приложено прямое напряжение и через него протекал переменный ток?

Ответы:

- а) необходимо снять импульс управления тиристором и приложить обратное напряжение
- б) необходимо снять импульс управления
- в) необходимо приложить обратное напряжение
- г) необходимо приложить обратное напряжение при токе в тиристоре равным 0

Верный ответ: а) необходимо снять импульс управления тиристором и приложить обратное напряжение

11. Какой из полупроводниковых приборов способен работать в режиме обратимого пробоя?

Ответы:

- а) туннельный диод (диод Эсаки)
- б) стабилитрон
- в) диод Шоттки
- г) тиристор

Верный ответ: б) стабилитрон

## **II. Описание шкалы оценивания**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания: На все 2 вопроса был получен внятный, развернутый ответ. Допустимы мелкие неточности*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания: На 2 вопроса получены внятные и четкие ответы. Есть несущественные ошибки в расчете или в устном ответе на дополнительные вопросы*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: На один из вопросов был получен неправильный ответ, либо не приведено удовлетворительное решение*

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

Оценка за освоение дисциплины выставляется в соответствии с положением о балльно-рейтинговой структуре НИУ "МЭИ".