

**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  
Автономные преобразователи**

**Москва  
2023**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Серегин Д.А.
	Идентификатор	R5209bc37-SereginDA-9c53cea2

(подпись)

Д.А. Серегин

(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	R6be8dfb1-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-2 Способен выполнять расчет и проектирование устройств электроники и нанoeлектроники и их систем

ИД-1 Знает принципы функционирования, характеристики, методы исследований и испытаний базовых схемотехнических узлов и блоков электронных систем

и включает:

**для текущего контроля успеваемости:**

Форма реализации: Письменная работа

1. Контрольная работа: преобразователи постоянного напряжения с потенциальной развязкой (Контрольная работа)
2. Контрольная работа: силовой транзистор в ключевом режиме (Контрольная работа)

Форма реализации: Смешанная форма

1. Автономный инвертор напряжения (Лабораторная работа)
2. Автономный инвертор с синусоидальным напряжением нагрузки (Лабораторная работа)
3. Повышающий преобразователь постоянного напряжения (Лабораторная работа)
4. Понижающий преобразователь постоянного напряжения (Лабораторная работа)

## 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	8	12	14	15	16
Элементная база автономных преобразователей							
Ключевой (импульсный) принцип регулирования	+						
Работа силового транзистора в ключевом режиме.	+						
Регуляторы постоянного напряжения							
Понижающий преобразователь (преобразователь I рода)			+	+			
Повышающий преобразователь (преобразователь II рода). Инвертирующий преобразователь (преобразователь III рода) и другие схемы преобразователей			+	+			

Преобразователи постоянного напряжения с потенциальной развязкой						
Двухтактные преобразователи				+		
Однотактные преобразователи				+		
Автономные инверторы						
Автономный инвертор напряжения					+	
Автономный инвертор тока. Резонансный инвертор					+	
Автономные инверторы с синусоидальным выходным напряжением						
Инвертор с кодо-импульсной модуляцией						+
Широтно-импульсная модуляция по синусоидальному закону						+
Вес КМ:	15	15	15	20	15	20

§Общая часть/Для промежуточной аттестации§

### БРС курсовой работы/проекта

7 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	4	8	14	16
Обоснованный выбор технического решения		+	+		+
Расчет режима работы; выбор фильтра			+		+
Выбор элементов; расчет режима полупроводниковых приборов				+	+
Построение диаграмм работы преобразователя				+	+
Вес КМ:	20	30	30	30	20

## 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-2	ИД-1 <sub>ПК-2</sub> Знает принципы функционирования, характеристики, методы исследований и испытаний базовых схемотехнических узлов и блоков электронных систем	<p>Знать:</p> <p>основные схемные решения, характеристики, расчетные соотношения автономных статических преобразователей, построенных на современной элементной базе</p> <p>современную элементную базу, применяемые приборы силовой электроники</p> <p>Уметь:</p> <p>разрабатывать автономные преобразователи электроэнергии на основе современных силовых электронных приборов</p> <p>рассчитывать режимы статических преобразователей электроэнергии, основанных на базовых схемных решениях</p>	<p>Контрольная работа: силовой транзистор в ключевом режиме (Контрольная работа)</p> <p>Понижающий преобразователь постоянного напряжения (Лабораторная работа)</p> <p>Повышающий преобразователь постоянного напряжения (Лабораторная работа)</p> <p>Контрольная работа: преобразователи постоянного напряжения с потенциальной развязкой (Контрольная работа)</p> <p>Автономный инвертор напряжения (Лабораторная работа)</p> <p>Автономный инвертор с синусоидальным напряжением нагрузки (Лабораторная работа)</p>

		рассчитывать режимы работы автономных инверторов	
--	--	--	--

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

### КМ-1. Контрольная работа: силовой транзистор в ключевом режиме

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 15

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Контрольная работа проводится в аудитории в письменной форме в виде решения задачи полученного варианта. Время решения задачи - не более 2 академ. часов.

#### Краткое содержание задания:

Описать этапы переключения и определить потери в транзисторе, работающем в ключевом режиме.

#### Контрольные вопросы/задания:

Знать: современную элементную базу, применяемые приборы силовой электроники	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Нарисовать временные диаграммы, иллюстрирующие процесс отпираания силового ключа - МДП-транзистора. Определить потери, если <math>E=200\text{В}</math>, <math>I=10\text{А}</math>, <math>t_{\text{н+}}=20\text{нс}</math>, <math>t_{\text{i+}}=15\text{нс}</math>, <math>dI=5\text{А}</math>, <math>f_{\text{комм}}=100\text{кГц}</math></li><li>2. Нарисовать временные диаграммы, иллюстрирующие процесс запираания силового ключа - МДП-транзистора. Определить потери, если <math>E=24\text{В}</math>, <math>I=100\text{А}</math>, <math>t_{\text{н+}}=80\text{нс}</math>, <math>t_{\text{i+}}=35\text{нс}</math>, <math>dI=5\text{А}</math>, <math>f_{\text{комм}}=25\text{кГц}</math></li><li>3. Нарисовать эквивалентные схемы силового ключа - БТИЗ-транзистора в запертом и проводящем состоянии. Определить потери проводимости, если средний ток ключа <math>5\text{А}</math>, действующий ток <math>9\text{А}</math>, <math>r_{\text{дифф}}=0,1\text{ Ом}</math>, <math>V_0=1,2\text{В}</math></li></ol>
---	---

#### Описание шкалы оценивания:

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 95*

*Описание характеристики выполнения знания:* Все временные диаграммы и схемы показаны верно. Все расчетные выражения даны верно, найдены правильные численные значения.

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 80*

*Описание характеристики выполнения знания:* Все временные диаграммы и схемы показаны верно. Все расчетные выражения даны верно. При нахождении численных значений допущено не более одной ошибки.

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:* Все временные диаграммы и схемы показаны, выражения даны верно. Допущено не более одной ошибки при построении диаграмм или допущено не более двух ошибок при нахождении численных значений.

## КМ-2. Понижающий преобразователь постоянного напряжения

**Формы реализации:** Смешанная форма

**Тип контрольного мероприятия:** Лабораторная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 15

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Защита лабораторной работы проводится по отчету по лабораторной работе на занятии после выполнения лабораторной работы. Каждому студенту выдается индивидуальное задание (вопрос) на защиту. Время подготовки ответа - не более 30 мин.

### Краткое содержание задания:

Рассказать принцип работы ППН первого рода, вывести расчетные соотношения, сравнить с экспериментальными результатами.

### Контрольные вопросы/задания:

<p>Уметь: рассчитывать режимы статических преобразователей электроэнергии, основанных на базовых схемных решениях</p>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Построить временные диаграммы тока транзисторного ключа и напряжения на ключе в режиме с максимальным током нагрузки. Найти временные интервалы, амплитуды токов и напряжений теоретически. Сравнить с экспериментальными результатами.</li><li>2. Построить временные диаграммы тока транзисторного ключа и напряжения на ключе в режиме с минимальным током нагрузки. Найти временные интервалы, амплитуды токов и напряжений теоретически. Сравнить с экспериментальными результатами.</li><li>3. Построить внешнюю характеристику преобразователя по данным, приведенным в описании стенда. Сравнить с экспериментальными результатами.</li><li>4. Как зависит амплитуда пульсаций напряжения нагрузки ППН первого рода от емкости конденсатора и индуктивности дросселя фильтра? Как она изменится, если индуктивность дросселя увеличить в 2 раза? Изменится ли при этом отклонение напряжения нагрузки во время переходных процессов?</li></ol>
---	---

### Описание шкалы оценивания:

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 95*

*Описание характеристики выполнения знания:* Все временные диаграммы и зависимости показаны верно. Все расчетные выражения даны верно. Расхождение расчета и экспериментальных результатов (если они есть) объяснены верно.

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 80*

*Описание характеристики выполнения знания:* Все временные диаграммы и зависимости показаны верно, но при нахождении численных значений допущено не более одной ошибки.

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:* Временные диаграммы и зависимости показаны, но в расчетах допущено две существенные ошибки или при построении диаграмм допущена существенная ошибка.

### **КМ-3. Повышающий преобразователь постоянного напряжения**

**Формы реализации:** Смешанная форма

**Тип контрольного мероприятия:** Лабораторная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 15

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Защита лабораторной работы проводится по отчету по лабораторной работе на занятии после выполнения лабораторной работы. Каждому студенту выдается индивидуальное задание (вопрос) на защиту. Время подготовки ответа - не более 30 мин.

**Краткое содержание задания:**

Рассказать принцип работы ППН второго рода, вывести расчетные соотношения, сравнить с экспериментальными результатами.

**Контрольные вопросы/задания:**

Уметь: рассчитывать режимы статических преобразователей электроэнергии, основанных на базовых схемных решениях	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Построить временные диаграммы тока транзисторного ключа и напряжения на ключе в режиме с максимальным током нагрузки для преобразователя второго рода. Найти временные интервалы, амплитуды токов и напряжений теоретически. Сравнить с экспериментальными результатами.</li><li>2. Построить регулировочную характеристику преобразователя второго рода по данным, приведенным в описании стенда. Сравнить с экспериментальной. Найти максимально возможное напряжение нагрузки, которое может быть достигнуто.</li><li>3. Как зависят пульсации напряжения нагрузки от индуктивности дросселя? От емкости конденсатора на выходе преобразователя? Как нужно изменить параметры элементов, чтобы амплитуда пульсаций уменьшилась в 4 раза по сравнению с той, которая была получена в работе? Поясните ответ.</li></ol>
--	---

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 95*

*Описание характеристики выполнения знания:* Все временные диаграммы и зависимости показаны верно. Все расчетные выражения даны верно. Расхождение расчета и экспериментальных результатов (если они есть) объяснены верно.

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 80*

*Описание характеристики выполнения знания:* Все временные диаграммы и зависимости показаны верно, но при нахождении численных значений допущено не более одной ошибки.

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:* Временные диаграммы и зависимости показаны, но в расчетах допущено две существенные ошибки или при построении диаграмм допущена существенная ошибка.

#### **КМ-4. Контрольная работа: преобразователи постоянного напряжения с потенциальной развязкой**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Контрольная работа проводится в аудитории в письменной форме в виде решения задачи полученного варианта. Время решения задачи - не более 2 академ. часов.

#### **Краткое содержание задания:**

Нарисовать схемы и временные диаграммы, иллюстрирующие работу заданных преобразователей. Построить регулировочную или внешнюю характеристику преобразователя.

#### **Контрольные вопросы/задания:**

<p>Знать: основные схемные решения, характеристики, расчетные соотношения автономных статических преобразователей, построенных на современной элементной базе</p>	<p>1. Нарисовать принципиальную схему двухтактного полумостового преобразователя. Показать временные диаграммы, иллюстрирующие его работу. Построить регулировочную характеристику, если <math>E=200\text{В}</math>, <math>R_H=5\text{ Ом}</math>, <math>K_{тр}=0,2</math>, <math>L_s=20\text{мкГн}</math>, <math>f=50\text{кГц}</math>, <math>U_{vt}=2,7\text{В}</math>, <math>U_{vd}=1,5\text{В}</math>.</p> <p>2. Нарисовать принципиальную схему двухтактного мостового преобразователя. Показать временные диаграммы, иллюстрирующие его работу в режиме фазового управления. Построить регулировочную характеристику, если <math>E=800\text{В}</math>, <math>R_H=10\text{ Ом}</math>, <math>K_{тр}=0,05</math>, <math>L_s=100\text{мкГн}</math>, <math>f=40\text{кГц}</math>, <math>U_{vt}=2,7\text{В}</math>, <math>U_{vd}=1,5\text{В}</math>.</p> <p>3. Нарисовать принципиальную схему однотактного обратного преобразователя. Показать временные диаграммы, иллюстрирующие его работу в режиме разрывного тока. Найти диапазон изменения коэффициентов заполнения, если <math>E=100 - 350\text{В}</math>, <math>R_H=5\text{ Ом}</math>, <math>K_{тр}=0,04</math>, <math>L_m=1\text{мГн}</math>, <math>f=50\text{кГц}</math>, <math>U_H=5\text{В}</math>.</p>
---	--

#### **Описание шкалы оценивания:**

*Оценка:* 5

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 95

*Описание характеристики выполнения знания:* Все временные диаграммы и схемы показаны верно. Все расчетные выражения даны верно, найдены правильные численные значения.

*Оценка:* 4

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 80

*Описание характеристики выполнения знания:* Все временные диаграммы и схемы показаны верно. Все расчетные выражения даны верно. При нахождении численных значений допущено не более одной ошибки.

*Оценка:* 3

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания: Все временные диаграммы и схемы показаны, выражения даны верно. Допущено не более одной ошибки при построении диаграмм или допущено не более двух ошибок при нахождении численных значений.*

### **КМ-5. Автономный инвертор напряжения**

**Формы реализации:** Смешанная форма

**Тип контрольного мероприятия:** Лабораторная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС: 15**

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Защита лабораторной работы проводится по отчету по лабораторной работе на занятии после выполнения лабораторной работы. Каждому студенту выдается индивидуальное задание (вопрос) на защиту. Время подготовки ответа - не более 30 мин.

#### **Краткое содержание задания:**

Рассказать принцип работы автономного инвертора напряжения, последовательность переключения ключевых приборов, вывести расчетные соотношения, сравнить с экспериментальными результатами.

#### **Контрольные вопросы/задания:**

Уметь: рассчитывать режимы работы автономных инверторов	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Построить временные диаграммы, иллюстрирующие работу автономного инвертора напряжения. Пусть напряжение питания увеличено до <math>E=200\text{В}</math>, частота переключения ключей <math>f=400\text{ Гц}</math>. Как должен измениться коэффициент заполнения, чтобы активная мощность, выделяющаяся в нагрузке, осталась такой же, как в работе (режим с максимальной мощностью и LR-нагрузкой)?</li><li>2. Построить временные диаграммы, иллюстрирующие работу автономного инвертора напряжения. Пусть напряжение питания увеличено до <math>E=82\text{В}</math>, коэффициент заполнения равен <math>0,67</math>. Как должна измениться частота, чтобы активная мощность, выделяющаяся в нагрузке, осталась такой же, как в работе (режим с максимальной мощностью и LR-нагрузкой)?</li><li>3. Построить временные диаграммы, иллюстрирующие работу автономного инвертора напряжения. Построить регулировочную характеристику инвертора, если <math>E=82\text{В}</math>. На том же графике показать зависимости для значений 2й, 3й и 5й гармоник выходного напряжения.</li></ol>
---	---

#### **Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 95*

*Описание характеристики выполнения знания: Все временные диаграммы и зависимости показаны верно. Все расчетные выражения даны верно. Расхождение расчета и экспериментальных результатов (если они есть) объяснены верно.*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 80*

*Описание характеристики выполнения знания:* Все временные диаграммы и зависимости показаны верно, но при нахождении численных значений допущено не более одной ошибки.

*Оценка:* 3

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 60

*Описание характеристики выполнения знания:* Временные диаграммы и зависимости показаны, но в расчетах допущено две существенные ошибки или при построении диаграмм допущена существенная ошибка.

### **КМ-6. Автономный инвертор с синусоидальным напряжением нагрузки**

**Формы реализации:** Смешанная форма

**Тип контрольного мероприятия:** Лабораторная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Защита лабораторной работы проводится по отчету по лабораторной работе на занятии после выполнения лабораторной работы. Каждому студенту выдается индивидуальное задание (вопрос) на защиту. Время подготовки ответа - не более 30 мин.

#### **Краткое содержание задания:**

Рассказать принцип формирования синусоидального напряжения, алгоритм формирования последовательности переключения ключевых приборов.

Продемонстрировать умение рассчитывать выходной фильтр. Результат сравнить с экспериментальными результатами.

#### **Контрольные вопросы/задания:**

<p>Уметь: разрабатывать автономные преобразователи электроэнергии на основе современных силовых электронных приборов</p>	<p>1. По экспериментальным данным найти коэффициент сглаживания выходного фильтра. Найти коэффициент сглаживания по параметрам, приведенным в описании стенда. Сравнить результаты. Какой тип модуляции используется в данном инверторе?</p> <p>2. Какой тип модуляции используется в изучаемом инверторе? Предложите другой тип модуляции, который при неизменном фильтре даст лучшее качество выходного напряжения. Рассчитайте показатель качества для такого случая. Покажите на временных диаграммах принципы формирования импульсов.</p> <p>3. Какой тип модуляции используется в изучаемом инверторе? Предложите другой тип модуляции, который при неизменном фильтре и неизменном качестве даст возможность снизить частоту переключения ключей. Оцените потери на переключение в транзисторах инвертора для обоих случаев. Покажите на временных диаграммах принципы формирования импульсов.</p>
--	---

#### **Описание шкалы оценивания:**

*Оценка:* 5

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 95

*Описание характеристики выполнения знания:* Все временные диаграммы и зависимости показаны верно. Все расчетные выражения даны верно. Расхождение расчета и экспериментальных результатов (если они есть) объяснены верно.

*Оценка:* 4

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 80

*Описание характеристики выполнения знания:* Все временные диаграммы и зависимости показаны верно, но при нахождении численных значений допущено не более одной ошибки.

*Оценка:* 3

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 60

*Описание характеристики выполнения знания:* Временные диаграммы и зависимости показаны, но в расчетах допущено две существенные ошибки или при построении диаграмм допущена существенная ошибка.

# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

## 7 семестр

**Форма промежуточной аттестации:** Экзамен

### Пример билета

1. Основные характеристики современных силовых транзисторов. Процесс включения, потери мощности.
2. АИН с прямоугольным выходным напряжением, перечислить основные схемы. Анализ электромагнитных процессов в АИН (на примере схемы по выбору).

### Процедура проведения

Экзамен проводится в устной форме по билетам. Время подготовки ответа по билету - не более 60 минут.

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

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-1<sub>ПК-2</sub> Знает принципы функционирования, характеристики, методы исследований и испытаний базовых схемотехнических узлов и блоков электронных систем

### Вопросы, задания

1. Основные характеристики современных силовых транзисторов. Процесс включения, потери мощности.
2. Основные характеристики современных силовых транзисторов. Процесс выключения, потери мощности.
3. Характеристики регуляторов 1-го рода в режиме непрерывного тока. Методика расчёта элементов силовой схемы регулятора: расчет токов и потерь в полупроводниковых элементах.
4. Характеристики регуляторов 1-го рода в режиме непрерывного тока. Методика расчёта элементов силовой схемы регулятора: расчет элементов фильтра (статический расчет индуктивности дросселя и емкости конденсатора).
5. Характеристики регуляторов 1-го рода в режиме непрерывного тока. Методика расчёта элементов силовой схемы регулятора: расчет элементов фильтра (динамический расчет – сброс нагрузки).
6. Характеристики регуляторов 1-го рода в режиме непрерывного тока. Методика расчёта элементов силовой схемы регулятора: расчет элементов фильтра (динамический расчет – наброс нагрузки).
7. Характеристики регуляторов 1-го рода. Режим разрывного тока.
8. Тиристорные схемы регуляторов 1-го рода. Способы коммутации тиристора. Параллельная и последовательная коммутация (общие принципы).
9. Тиристорные схемы регуляторов 1-го рода. Параллельная коммутация. Дозированная передача энергии.
10. Тиристорные схемы регуляторов 1-го рода. Последовательная коммутация. Способ реализации. Ограничение энергии в колебательном контуре.
11. Характеристики идеальных регуляторов 2-го рода. Влияние реальных параметров (потерь) элементов на характеристики регулятора. Вывод основных формул, вид характеристик.

12. АИН с прямоугольным выходным напряжением, перечислить основные схемы. Анализ электромагнитных процессов в АИН (на примере схемы по выбору).
13. Двухтактные преобразователи. Влияние согласующего трансформатора на характеристики преобразователей. Индуктивность рассеяния трансформатора. (на примере схемы по выбору)
14. Прямоходовой преобразователь с трансформаторной развязкой в режиме непрерывного тока, принцип действия и характеристики.
15. Обратногоходовой преобразователь с трансформаторной развязкой в режиме непрерывного тока, принцип действия и характеристики.
16. Качество выходного напряжения АИН. Способы улучшения качества выходного напряжения АИН. Селективное исключение гармоник (кодо-импульсная модуляция). Амплитудно-импульсная модуляция. (на примере схемы по выбору)
17. Качество выходного напряжения АИН. Способы улучшения качества выходного напряжения АИН. Широтно-импульсная модуляция – однополярная и двухполярная. (на примере схемы по выбору)
18. Качество выходного напряжения АИН. Способы улучшения качества выходного напряжения АИН. Фильтры переменного напряжения. (на примере схемы по выбору)
19. Резонансные инверторы. Последовательные, параллельные и последовательно-параллельные инверторы.

### Материалы для проверки остаточных знаний

1. Вопрос 1. Укажите неуправляемый полупроводниковый ключевой прибор

Ответы:

- а) БТИЗ-транзистор
- б) МДП-транзистор
- в) диод
- г) биполярный транзистор

Верный ответ: в) диод

2. Вопрос 2. Потерями проводимости называют потери, которые имеют место, когда силовой МДП-транзистор находится в ...

Ответы:

- а) активной области, идет процесс включения
- б) области насыщения
- в) активной области, идет процесс выключения
- г) области отсечки

Верный ответ: б) области насыщения

3. Вопрос 3. В области насыщения кусочно-линейная аппроксимация позволяет заменить МДП транзистор по цепи сток-исток на эквивалентную схему, которая содержит

Ответы:

- а) резистор
- б) резистор и источник постоянного напряжения
- в) источник постоянного тока
- г) источник постоянного напряжения

Верный ответ: а) резистор

4. Вопрос 4. Если частота коммутации ключа в полумостовом преобразователе равна 100кГц, то частота пульсаций тока дросселя выходного Г-образного LC-фильтра равна

Ответы:

- а) 50кГц
- б) 50Гц
- в) 100кГц
- г) 200кГц

Верный ответ: г) 200кГц

5. Вопрос 5. Режим фазового управления возможно реализовать, если преобразователь построен по схеме

Ответы:

- а) мостовой
- б) полумостовой
- в) с выводом нулевой точки
- г) однотактной прямоходовой

Верный ответ: а) мостовой

6. Вопрос 6. Напряжение на первичной обмотке трансформатора в два раза меньше напряжения питания в преобразователе, построенном по схеме

Ответы:

- а) мостовой
- б) полумостовой
- в) с выводом нулевой точки
- г) однотактной прямоходовой

Верный ответ: б) полумостовой

7. Вопрос 7. Понижающим преобразователем называется преобразователь (регулятор) постоянного напряжения

Ответы:

- а) I рода
- б) II рода
- в) III рода
- г) IV рода

Верный ответ: а) I рода

8. Вопрос 8. Найти напряжение нагрузки в повышающем преобразователе без потерь в элементах, работающем в режиме непрерывного тока, если коэффициент заполнения равен 0,5 и напряжение питания равно 20 В

Ответы:

- а) 10В
- б) 20В
- в) 30В
- г) 40В

Верный ответ: г) 40В

9. Вопрос 9. Найдите размах пульсаций тока дросселя в обратноходовом преобразователе, если коэффициент заполнения равен 0,3; частота переключения ключа 150кГц; напряжение питания 28В; индуктивность дросселя 8мкГн; потерями в элементах пренебречь.

Ответы:

- а) 3А
- б) 5А
- в) 7А
- г) 9А

Верный ответ: в) 7А

10. Вопрос 10. Пусть в мостовом инверторе реализуется двуполярная ШИМ по синусоидальному закону. Гармонические составляющие, на подавление которых должен быть рассчитан фильтр, находятся вблизи частоты 16кГц. Частота выходного синусоидального напряжения 200Гц. Найдите число импульсов на половине периода (на полупериоде) выходного напряжения.

Ответы:

- а) 20
- б) 40
- в) 50

г) 100

Верный ответ: б) 40

11. Вопрос 11. Пусть в полумостовом инверторе реализуется двуполярная ШИМ по синусоидальному закону и амплитуда первой гармоники напряжения на выходе инвертора близка к максимально возможной. Тогда эквивалентная амплитуда составляющих на частоте коммутации ключей составляет от амплитуды первой гармоники

Ответы:

а) 10%

б) 40%

в) 77%

г) 100%

Верный ответ: в) 77%

12. Вопрос 12. Напряжение питания мостового инвертора напряжения равно 350В, напряжение на выходе имеет форму прямоугольных импульсов положительной и отрицательной полярности, чередующихся с нулевыми паузами. ШИМ не используется. В каком диапазоне можно регулировать действующее значение выходного напряжения, изменяя коэффициент заполнения? (Потери в ключевых приборах можно пренебречь.)

Ответы:

а) 175В - 350В

б) от 350В до бесконечности

в) 0В - 175В

г) 0В - 350В

Верный ответ: г) 0В - 350В

13. Вопрос 13. Если требуется реализовать однополярную ШИМ, то следует выбрать схему инвертора

Ответы:

а) мостовую

б) полумостовую

в) с выводом средней точки

г) любую из перечисленных

Верный ответ: а) мостовую

14. Вопрос 14. Повышение частоты переключения ключей преобразователя позволяет

Ответы:

а) уменьшить потери мощности

б) уменьшить массу и габариты элементов фильтра

в) повысить точность стабилизации среднего напряжения нагрузки

г) упростить управление ключами

Верный ответ: б) уменьшить массу и габариты элементов фильтра

15. Вопрос 15. Близость формы напряжения нагрузки инвертора к синусоидальной характеризуется

Ответы:

а) коэффициентом пульсаций

б) коэффициентом мощности

в) коэффициентом трансформации

г) коэффициентом гармоник

Верный ответ: г) коэффициентом гармоник

## **II. Описание шкалы оценивания**

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 85

*Описание характеристики выполнения знания:* Даны ответы на все вопросы. Приведены верные схемы, диаграммы, расчетные соотношения. Вывод расчетных соотношений приведен правильно.

*Оценка:* 4

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 70

*Описание характеристики выполнения знания:* Даны ответы на все вопросы. Приведены верные схемы, диаграммы, расчетные формулы. Вывод расчетных формул с ошибками, но сами формулы верны, или были исправлены на верные после указания экзаменатора.

*Оценка:* 3

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 50

*Описание характеристики выполнения знания:* Даны ответы на все вопросы. Приведены схемы, диаграммы, расчетные формулы. В диаграммах или расчетных формулах допущено не более двух существенных ошибок, не влияющих на отражение общих принципов работы преобразователей.

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

Итоговая оценка по курсу выставляется в соответствии с положением о балльно-рейтинговой структуре НИУ "МЭИ" на основании семестровой и экзаменационной составляющих.

**Для курсового проекта/работы:**

**7 семестр**

**Форма проведения: Защита КП/КР**

### ***I. Процедура защиты КП/КР***

Защита проводится в устной форме комиссией не менее чем из двух преподавателей. Время защиты - 0,3 академических часа.

### ***II. Описание шкалы оценивания***

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания:* Выполнены все пункты задания в срок. На защите кратко описано выполнение этапов работы, в ответах на вопросы обоснованы все технические решения и примененные методики расчета.

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания:* Выполнены все пункты задания, возможно, с небольшими нарушениями графика. На защите кратко описано выполнение этапов работы. В ответах на вопросы видно неполное понимание свойств существующих технических решений и особенностей методик расчета.

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 55*

*Описание характеристики выполнения знания:* Выполнены все пункты задания, возможно, с нарушениями графика. На защите кратко описано выполнение этапов работы. В ответах на вопросы видно существенное непонимание свойств существующих технических решений и особенностей методик расчета, которые не повлияли на выбор нерациональных технических решений.

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

Итоговая оценка за курсовую работу выставляется в соответствии с положением о балльно-рейтинговой структуре НИУ "МЭИ".