

**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  
Управление устройствами силовой электроники**

**Москва  
2021**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель

(должность)

	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)

## 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-2 Умеет проводить расчеты и исследование характеристик устройств и систем электроники и нанoeлектроники

и включает:

**для текущего контроля успеваемости:**

Форма реализации: Письменная работа

1. Замкнутая система автоматического управления полупроводниковым преобразователем (Контрольная работа)
2. Система управления автономным полупроводниковым преобразователем (Контрольная работа)
3. Система управления сетевым полупроводниковым преобразователем (Контрольная работа)
4. Типовые источники питания и нагрузки силовых полупроводниковых преобразователей (Тестирование)

## БРС дисциплины

8 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	4	8	12	14
Основные понятия. Типовые узлы и технические решения					
Задачи управления устройствами силовой электроники. Характеристики первичных источников питания и типовых нагрузок силовых полупроводниковых преобразователей	+				
Типовые узлы систем управления устройств силовой электроники	+				
Системы управления полупроводниковыми преобразователями					
Управление сетевыми силовыми полупроводниковыми преобразователями		+			
Управление автономными силовыми полупроводниковыми преобразователями			+		
Автоматическое управление выходными параметрами устройств силовой электроники					

Выходные параметры устройств силовой электроники				+
Устройства силовой электроники в составе энергетических и промышленных систем				+
Вес КМ:	10	30	30	30

\$Общая часть/Для промежуточной аттестации\$

### **БРС курсовой работы/проекта**

8 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	4	8	12	14
Ознакомление с заданием на проект, с методическими указаниями, алгоритмом проектирования и характеристикой исходных данных курсового проекта. Разработка требований к системе управления силовым полупроводниковым преобразователем		+			
Разработка функциональной схемы системы управления			+		
Разработка основных схемотехнических решений по построению системы управления, выбор компонентной базы				+	
Оформление материалов курсового проекта					+
Вес КМ:	20	25	45	10	

## 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-2ПК-2 Умеет проводить расчеты и исследование характеристик устройств и систем электроники и нанoeлектроники	Знать: основные источники и нагрузки сетевых и автономных полупроводниковых преобразователей электрической энергии, требования, методы управления ими Уметь: производить расчет базовых блоков систем управления сетевыми полупроводниковыми преобразователями (устройствами силовой электроники) производить расчет базовых блоков систем управления автономными полупроводниковыми преобразователями (устройствами силовой электроники) проектировать системы	Типовые источники питания и нагрузки силовых полупроводниковых преобразователей (Тестирование) Система управления сетевым полупроводниковым преобразователем (Контрольная работа) Система управления автономным полупроводниковым преобразователем (Контрольная работа) Замкнутая система автоматического управления полупроводниковым преобразователем (Контрольная работа)

		управления устройствами силовой электроники на основе аналоговых и цифровых компонентов	
--	--	--	--

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

### КМ-1. Типовые источники питания и нагрузки силовых полупроводниковых преобразователей

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 10

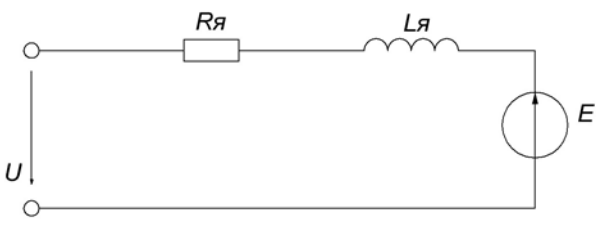
**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Тестирование проводится в письменной форме путем выбора правильного варианта ответа на вопрос. Длительность - 2 академических часа.

#### Краткое содержание задания:

Показать знание видов и характеристик основных источников питания.

#### Контрольные вопросы/задания:

<p>Знать: основные источники и нагрузки сетевых и автономных полупроводниковых преобразователей электрической энергии, требования, методы управления ими</p>	<ol style="list-style-type: none"><li>1.Номинальное напряжение сети легкового автомобиля составляет:<ol style="list-style-type: none"><li>а) 1200 В</li><li><b>б) 12 В</b></li><li>в) 50 В</li><li>г) 2 В</li></ol></li><li>2.Допустимый перегрузочный ток для литий-ионного аккумулятора:<ol style="list-style-type: none"><li>а) 0.1С</li><li>б) 0.3С</li><li><b>в) 1.3С</b></li><li>г) 3С</li></ol></li><li>3.Что из ниже перечисленного не относится к классу электрических машин?<ol style="list-style-type: none"><li>а) асинхронные двигатели</li><li><b>б) ветряная мельница</b></li><li>в) двигатели постоянного тока</li><li>г) синхронные двигатели</li></ol></li><li>4.Аварийное включение тиристора возможно, если:<ol style="list-style-type: none"><li><b>а) тиристор не восстановил управляющие свойства</b></li><li>б) <math>U_{ак}</math> нарастает слишком медленно</li><li>в) подать <math>U_{ак} &lt; 0</math></li><li>г) <math>I_{а} &lt; I_{удержания}</math></li></ol></li><li>5.На сколько классов делится СИФУ?<ol style="list-style-type: none"><li>а) 3</li><li><b>б) 2</b></li><li>в) 1</li><li>г) 4</li></ol></li><li>6.Схема замещения, представленная на рисунке 5, относится к:</li></ol>
--	--

	 <p>а) асинхронному двигателю  б) синхронному двигателю  <b>в) двигателю постоянного тока</b>  г) трансформатору</p> <p>7. Какое утверждение справедливо для понятия идеального трансформатора?  <b>а) Ток намагничивания <math>I_{\mu} \rightarrow 0</math>  Сопротивления рассеяния <math>X1, X2 \rightarrow 0</math></b>  б) Ток намагничивания <math>I_{\mu} \rightarrow \infty</math>  Сопротивления рассеяния <math>X1, X2 \rightarrow 0</math>  в) Ток намагничивания <math>I_{\mu} \rightarrow \infty</math>  Сопротивления рассеяния <math>X1, X2 \rightarrow \infty</math>  г) Ток намагничивания <math>I_{\mu} \rightarrow 0</math>  Сопротивления рассеяния <math>X1, X2 \rightarrow \infty</math></p>
--	--

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания: Даны верные ответы не менее чем на 90 % вопросов*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания: Даны верные ответы не менее чем на 75 % вопросов*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания: Даны верные ответы не менее чем на 60 % вопросов*

**КМ-2. Система управления сетевым полупроводниковым преобразователем**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 30

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Контрольная работа проводится в письменной форме. Студент записывает решение и ответ полученной задачи. Длительность - 2 академических часа.

**Краткое содержание задания:**

Рассчитать заданный узел системы управления.

**Контрольные вопросы/задания:**

Уметь: производить расчет базовых блоков систем	1. Предложить схему и рассчитать параметры одновибратора для СИФУ выпрямителя,
---	--



управления полупроводниковыми преобразователями (устройствами электроники)	сетевыми силовой	питающегося от сети с частотой 50 Гц. 2.Предложить схему и рассчитать датчик нуля напряжения для СИФУ выпрямителя, питающегося от напряжения трехфазной сети 400 В. 3.Предложить схему и рассчитать параметры драйвера тиристора выпрямителя, построенного по схеме Ларионова.
--	---------------------	--

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 85*

*Описание характеристики выполнения знания: Задание выполнено верно, без ошибок*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания: Задание выполнено верно, с  
незначительными ошибками или нерациональным методом*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания: Задание выполнено, не более чем с одной  
ошибкой, не связанной с принципиальным непониманием работы устройства*

**КМ-3. Система управления автономным полупроводниковым преобразователем**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 30

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Контрольная работа проводится в  
письменной форме. Студент записывает решение и ответ полученной задачи. Длительность -  
2 академических часа.

**Краткое содержание задания:**

Рассчитать заданный узел системы управления.

**Контрольные вопросы/задания:**

Уметь: производить расчет базовых блоков систем управления автономными полупроводниковыми преобразователями (устройствами силовой электроники)	1.Предложить схему и рассчитать параметры мультивибратора для системы управления ППН с частотой 100 кГц. 2.Предложить схему и рассчитать параметры модулирующего устройства с синусоидальной ШИМ для однофазного инвертора напряжения. 3.Предложить схему и рассчитать параметры усилителя ошибки для системы с ПИД- управлением.
--	--

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 85*

*Описание характеристики выполнения знания: Задание выполнено верно, без ошибок*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*  
*Описание характеристики выполнения знания: Задание выполнено верно, с незначительными ошибками или нерациональным методом*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*  
*Описание характеристики выполнения знания: Задание выполнено, не более чем с одной ошибкой, не связанной с принципиальным непониманием работы устройства*

#### **КМ-4. Замкнутая система автоматического управления полупроводниковым преобразователем**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 30

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Контрольная работа проводится в письменной форме. Студент записывает решение и ответ полученной задачи. Длительность - 2 академических часа.

#### **Краткое содержание задания:**

Предложить вариант схемотехнической реализации системы управления ККМ.

#### **Контрольные вопросы/задания:**

Уметь: проектировать системы управления устройствами силовой электроники на основе аналоговых и цифровых компонентов	1.Предложить вариант схемотехнической реализации системы управления ККМ. Выделить основные блоки: усилитель сигнала ошибки, перемножитель напряжения, усилитель, вычитатель, ГЛИН и компаратор. 2.Предложить структуру системы управления ККМ. 3.Предложить структуру системы управления АИН.
--	---

#### **Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 85*  
*Описание характеристики выполнения знания: Предложена рациональная структура. Предложены рациональные схемотехнические реализации блоков*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*  
*Описание характеристики выполнения знания: Предложена рациональная структура. Предложены работоспособные, но не рациональные схемотехнические реализации блоков.*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*  
*Описание характеристики выполнения знания: Предложена работоспособная, но избыточная структура. Предложены работоспособные, но не рациональные схемотехнические реализации блоков.*

# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

## 8 семестр

**Форма промежуточной аттестации:** Экзамен

### Пример билета

1. Классификация первичных источников питания полупроводниковых преобразователей электрической энергии.
2. Разработать структуру СУ ККМ.

### Процедура проведения

Экзамен проводится в письменной форме по вопросам в виде подготовки и изложения развернутого ответа. Время на выполнение подготовки ответа – 40 минут.

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

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-2ПК-2 Умеет проводить расчеты и исследование характеристик устройств и систем электроники и нанoeлектроники

### Вопросы, задания

1. Классификация первичных источников питания полупроводниковых преобразователей электрической энергии.
2. Классификация типовых нагрузок полупроводниковых преобразователей электрической энергии.
3. Классификация и принцип работы сетевых полупроводниковых преобразователей электрической энергии: управляемые выпрямители, зависимые инверторы, реверсивные преобразователи, преобразователи частоты с непосредственной связью.
4. Системы импульсно-фазового управления.
5. Классификация ШИМ.
6. Разработать структуру одноканальной системы импульсно-фазового управления.
7. Разработать структуру многоканальной системы импульсно-фазового управления.
8. Разработать принципиальную схему драйвера полупроводникового ключа - тиристора.
9. Разработать принципиальную схему драйвера полупроводникового ключа - МДП-транзистора.
10. Разработать принципиальную схему СУ однофазным АИН.
11. Разработать принципиальную схему СУ трехфазным АИН.
12. Разработать структуру СУ ИРН 1-го рода.
13. Разработать структуру векторной ШИМ (ШИМ с пассивной фазой) в трёхфазных инверторах напряжения.
14. Разработать структуру векторной ШИМ (ШИМ с предмодуляцией) в трёхфазных инверторах напряжения.
15. Разработать структуру и принципиальную схему СУ ККМ.

### Материалы для проверки остаточных знаний

1. Что из нижеперечисленного не относится к классу электрических машин?

Ответы:

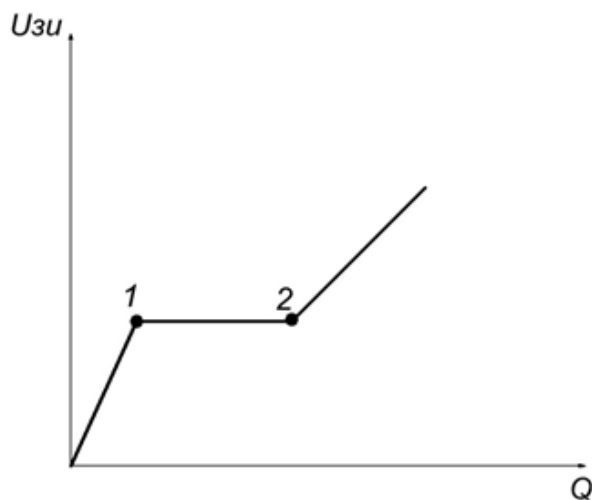
- а) асинхронные двигатели
- б) ветряная мельница

в) двигатели постоянного тока

г) синхронные двигатели

Верный ответ: б) ветряная мельница

2. Какой эффект проявляется на участке 1-2 вольт-кулонной характеристики МДП-транзистора, представленной на рисунке 3?



Ответы:

а) эффект Холла

б) эффект Миллера

в) эффект Пономарёва

г) эффект модуляции

Верный ответ: б) эффект Миллера

3. Инверторами называют:

Ответы:

а) преобразователи переменного напряжения в постоянное напряжение

б) преобразователи постоянного напряжения в переменное напряжение

в) преобразователи переменного напряжения одной частоты в переменное напряжение другой частоты

г) преобразователи, преобразующие постоянное напряжение одного значения в постоянное напряжение другого значения

Верный ответ: б) преобразователи постоянного напряжения в переменное напряжение

4. Какое название характерно импульсному регулятору первого рода?

Ответы:

а) понижающий

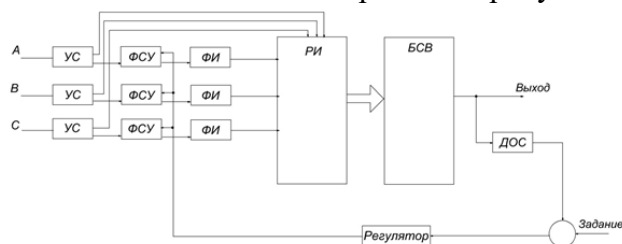
б) повышающий

в) инвертирующий

г) реверсивный

Верный ответ: а) понижающий

5. Какой класс СИФУ изображен на рисунке 4?



Ответы:

а) многоканальные

- б) одноканальные
- в) бесканальные
- г) с каналом Ларионова

Верный ответ: а) многоканальные

6. Аварийное включение тиристора возможно, если:

Ответы:

- а) тиристор не восстановил управляющие свойства
- б)  $U_{ак}$  нарастает слишком медленно
- в) подать  $U_{ак} < 0$
- г)  $I_a < I_{удержания}$

Верный ответ: а) тиристор не восстановил управляющие свойства

7. Какое утверждение справедливо для понятия идеального трансформатора?

Ответы:

- а) Ток намагничивания  $I_{\mu} \rightarrow 0$   
Сопротивления рассеяния  $X_1, X_2 \rightarrow 0$
- б) Ток намагничивания  $I_{\mu} \rightarrow \infty$   
Сопротивления рассеяния  $X_1, X_2 \rightarrow 0$
- в) Ток намагничивания  $I_{\mu} \rightarrow \infty$   
Сопротивления рассеяния  $X_1, X_2 \rightarrow \infty$
- г) Ток намагничивания  $I_{\mu} \rightarrow 0$   
Сопротивления рассеяния  $X_1, X_2 \rightarrow \infty$

Верный ответ: а) Ток намагничивания  $I_{\mu} \rightarrow 0$  Сопротивления рассеяния  $X_1, X_2 \rightarrow 0$

8. Какого метода формирования выходного напряжения в АИН не существует?

Ответы:

- а) АИМ
- б) ЧИМ
- в) ЖИМ
- г) ШИМ

Верный ответ: в) ЖИМ

9. Какого закона управления ШИМ не существует?

Ответы:

- а) прямоугольный
- б) овальный
- в) синусоидальный
- г) трапецеидальный

Верный ответ: б) овальный

10. Регулировочная характеристика какого импульсного преобразователя изображена на рисунке?

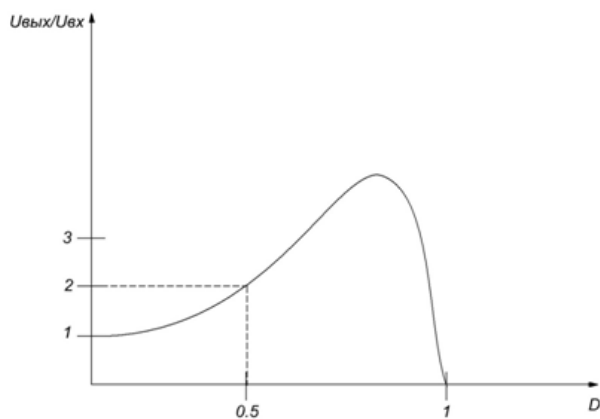


Figure 1 Регулировочная характеристика

Ответы:

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

Верный ответ: б) ИРН II рода

11. Какой датчик напряжения не имеет гальваническую развязку?

Ответы:

- а) трансформаторный датчик напряжения
- б) резистивный датчик напряжения
- в) датчик Холла
- г) оптический датчик напряжения

Верный ответ: б) резистивный датчик напряжения

12. Какой тип драйвера представлен на рисунке?

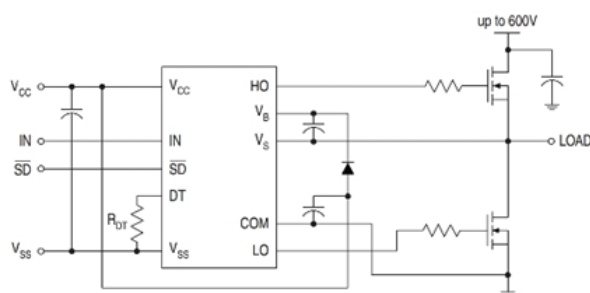


Figure 2 Драйвер

Ответы:

- а) драйвер верхнего плеча
- б) драйвер нижнего плеча
- в) драйвер полумоста
- г) драйвер Пономарёва

Верный ответ: в) драйвер полумоста

13. Какой особенностью обладает управления ККМ в режиме непрерывного тока дросселя?

Ответы:

- а) плохая форма тока в дросселе
- б) период работы схемы постоянный
- в) пониженная индуктивность дросселя
- г) период работы схемы переменный

Верный ответ: б) период работы схемы постоянный

## II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Задача решена правильно, на все вопросы, предполагающие свободный ответ, студент дал правильный и полный ответ.

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Задача решена правильно, на все вопросы, предполагающие свободный ответ, студент дал правильный ответ, но допустил незначительные ошибки и не показал необходимой полноты.

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: Задача решена правильно, на все вопросы, предполагающие свободный ответ, студент дал непротиворечивый ответ, или при ответе допустил значительные неточности и не показал полноты.*

### ***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.

**Для курсового проекта/работы:**

**8 семестр**

**Форма проведения: Защита КП/КР**

### ***I. Процедура защиты КП/КР***

Защита проводится в устной форме по отчету по курсовому проекту.

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

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания: Задача решена верно, полностью, отчет оформлен в соответствии с требованиями.*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 80*

*Описание характеристики выполнения знания: Задача решена верно, но с незначительными замечаниями, отчет оформлен в соответствии с требованиями.*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания: Задача решена в целом верно, есть замечания, не влияющие на работоспособность разработанного устройства. Потребовалась корректировка со стороны руководителя. Отчет оформлен в соответствии с требованиями.*

### ***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.