

**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  
Конструирование электронной аппаратуры**

**Москва  
2021**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель

(должность)

	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)

## 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-1 Знает современный технологический базис и технические решения и осуществляет выбор на основе технических требований к устройствам электроники и нанoeлектроники

и включает:

**для текущего контроля успеваемости:**

Форма реализации: Письменная работа

1. Обеспечение тепловых режимов работы электронной аппаратуры (Контрольная работа)

2. Экранирование и заземление (Тестирование)

3. Электромагнитная совместимость импульсных источников электропитания (Тестирование)

4. Электромагнитные помехи (Контрольная работа)

## БРС дисциплины

1 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	3	7	11	15
Обеспечение тепловых режимов работы электронной аппаратуры					
Обеспечение тепловых режимов работы электронной аппаратуры		+			
Электромагнитные помехи					
Электромагнитные помехи			+		
Экранирование и заземление					
Экранирование и заземление				+	
Электромагнитная совместимость импульсных источников электропитания					
Электромагнитная совместимость импульсных источников электропитания					+
	Вес КМ:	20	20	40	20

\$Общая часть/Для промежуточной аттестации\$

**БРС курсовой работы/проекта**

1 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ- 1	КМ- 2	КМ- 3	КМ- 4
	Срок КМ:	4	8	12	16
Расчет тепловых режимов электронной аппаратуры		+	+		
Обеспечение электромагнитной совместимости. Помехозащищенность аппаратуры			+	+	
Трассировка печатных плат систем управления и индикации				+	
Компоновка элементов силовой схемы и системы управления в корпусе устройства электронной аппаратуры				+	+
	Вес КМ:	20	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-1	ИД-1 <sub>ПК-1</sub> Знает современный технологический базис и технические решения и осуществляет выбор на основе технических требований к устройствам электроники и наноэлектроники	Знать: – способы защиты электронной аппаратуры от влияния внешнего электромагнитного поля; – способы охлаждения силовых полупроводниковых приборов; Уметь: – конструировать преобразовательные установки с учетом заданных требований по обеспечению тепловых режимов полупроводниковых приборов и помехозащищенности. – проводить тепловой расчет для обеспечения тепловых режимов полупроводниковых приборов;	Обеспечение тепловых режимов работы электронной аппаратуры (Контрольная работа) Электромагнитные помехи (Контрольная работа) Экранирование и заземление (Тестирование) Электромагнитная совместимость импульсных источников электропитания (Тестирование)

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

### КМ-1. Обеспечение тепловых режимов работы электронной аппаратуры

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Письменная контрольная работа на проверку знаний тепловых режимов работы полупроводникового прибора

#### Краткое содержание задания:

Построить электротепловую схему замещения радиатора при работе в нестационарном режиме работы. Рассчитать параметры электротепловой схемы замещения на основе приведенной графической зависимости  $Z(t)$ . Рассчитать температуру кристалла (junction) и температуру поверхности радиатора (sink) в нестационарном режиме работы, согласно приведенному графику потерь в п/п приборе, работающем в импульсном режиме.

#### Контрольные вопросы/задания:

<p>Уметь: – проводить тепловой расчет для обеспечения тепловых режимов полупроводниковых приборов;</p>	<p>1.Переходное тепловое сопротивление охладителя - характеристика 1.</p> <p>Тепловые сопротивления п/п прибора. <math>R_{j-c}=0.4^{\circ}\text{C}/\text{Вт}</math>, <math>R_{c-s}=0.5^{\circ}\text{C}/\text{Вт}</math> Параметры временной диаграммы изменения мощности потерь в полупроводниковом приборе: <math>R_{\text{пот}1}=25 \text{ Вт}</math>, <math>R_{\text{пот}2}=7 \text{ Вт}</math>, <math>t_1=100 \text{ с}</math></p> <p>2.Переходное тепловое сопротивление охладителя - характеристика 1.</p> <p>Тепловые сопротивления п/п прибора. <math>R_{j-c}=0.2^{\circ}\text{C}/\text{Вт}</math>, <math>R_{c-s}=0.3^{\circ}\text{C}/\text{Вт}</math> Параметры временной диаграммы изменения мощности потерь в полупроводниковом приборе: <math>R_{\text{пот}1}=60 \text{ Вт}</math>, <math>R_{\text{пот}2}=15 \text{ Вт}</math>, <math>t_1=50 \text{ с}</math></p> <p>3.Переходное тепловое сопротивление охладителя - характеристика 1.</p> <p>Тепловые сопротивления п/п прибора. <math>R_{j-c}=0.25^{\circ}\text{C}/\text{Вт}</math>, <math>R_{c-s}=0.4^{\circ}\text{C}/\text{Вт}</math> Параметры временной диаграммы изменения мощности потерь в полупроводниковом приборе: <math>R_{\text{пот}1}=40 \text{ Вт}</math>, <math>R_{\text{пот}2}=10 \text{ Вт}</math>, <math>t_1=100 \text{ с}</math></p> <p>4.Переходное тепловое сопротивление охладителя - характеристика 1.</p> <p>Тепловые сопротивления п/п прибора. <math>R_{j-c}=0.05^{\circ}\text{C}/\text{Вт}</math>, <math>R_{c-s}=0.1^{\circ}\text{C}/\text{Вт}</math> Параметры временной диаграммы изменения мощности потерь в полупроводниковом приборе: <math>R_{\text{пот}1}=100 \text{ Вт}</math>, <math>R_{\text{пот}2}=50 \text{ Вт}</math>, <math>t_1=200 \text{ с}</math></p>
--------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

5.Переходное тепловое сопротивление охладителя - характеристика 1.

Тепловые сопротивления п/п прибора.

$R_{j-c}=0.05^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$ ,  $R_{c-s}=0.1^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$

Параметры временной диаграммы изменения мощности потерь в полупроводниковом приборе:

$R_{\text{пот1}}=80 \text{ Вт}$ ,  $R_{\text{пот2}}=30 \text{ Вт}$ ,  $t_1=200 \text{ с}$

6.Переходное тепловое сопротивление охладителя - характеристика 1.

Тепловые сопротивления п/п прибора.

$R_{j-c}=0.05^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$ ,  $R_{c-s}=0.1^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$

Параметры временной диаграммы изменения мощности потерь в полупроводниковом приборе:

$R_{\text{пот1}}=80 \text{ Вт}$ ,  $R_{\text{пот2}}=30 \text{ Вт}$ ,  $t_1=200 \text{ с}$

7.Переходное тепловое сопротивление охладителя - характеристика 1.

Тепловые сопротивления п/п прибора.

$R_{j-c}=0.05^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$ ,  $R_{c-s}=0.1^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$

Параметры временной диаграммы изменения мощности потерь в полупроводниковом приборе:

$R_{\text{пот1}}=120 \text{ Вт}$ ,  $R_{\text{пот2}}=50 \text{ Вт}$ ,  $t_1=200 \text{ с}$

8.Переходное тепловое сопротивление охладителя - характеристика 1.

Тепловые сопротивления п/п прибора.

$R_{j-c}=0.05^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$ ,  $R_{c-s}=0.1^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$

Параметры временной диаграммы изменения мощности потерь в полупроводниковом приборе:

$R_{\text{пот1}}=120 \text{ Вт}$ ,  $R_{\text{пот2}}=50 \text{ Вт}$ ,  $t_1=200 \text{ с}$

9.Переходное тепловое сопротивление охладителя - характеристика 1.

Тепловые сопротивления п/п прибора.

$R_{j-c}=0.2^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$ ,  $R_{c-s}=0.3^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$

Параметры временной диаграммы изменения мощности потерь в полупроводниковом приборе:

$R_{\text{пот1}}=50 \text{ Вт}$ ,  $R_{\text{пот2}}=20 \text{ Вт}$ ,  $t_1=50 \text{ с}$

10.Переходное тепловое сопротивление охладителя - характеристика 1.

Тепловые сопротивления п/п прибора.

$R_{j-c}=0.25^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$ ,  $R_{c-s}=0.35^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$

Параметры временной диаграммы изменения мощности потерь в полупроводниковом приборе:

$R_{\text{пот1}}=15 \text{ Вт}$ ,  $R_{\text{пот2}}=7 \text{ Вт}$ ,  $t_1=100 \text{ с}$

11.Переходное тепловое сопротивление охладителя - характеристика 1.

Тепловые сопротивления п/п прибора.

	<p><math>R_{j-c}=0.2^{\circ}\text{C}/\text{Вт}</math>, <math>R_{c-s}=0.1^{\circ}\text{C}/\text{Вт}</math>          Параметры временной диаграммы изменения мощности потерь в полупроводниковом приборе:  <math>R_{\text{пот}1}=80 \text{ Вт}</math>, <math>R_{\text{пот}2}=40 \text{ Вт}</math>, <math>t_1=200 \text{ с}</math>          12.Переходное тепловое сопротивление охладителя - характеристика 1.</p> <p>Тепловые сопротивления п/п прибора.  <math>R_{j-c}=0.34^{\circ}\text{C}/\text{Вт}</math>, <math>R_{c-s}=0.24^{\circ}\text{C}/\text{Вт}</math>          Параметры временной диаграммы изменения мощности потерь в полупроводниковом приборе:  <math>R_{\text{пот}1}=50 \text{ Вт}</math>, <math>R_{\text{пот}2}=20 \text{ Вт}</math>, <math>t_1=100 \text{ с}</math>          13.Переходное тепловое сопротивление охладителя - характеристика 1.</p> <p>Тепловые сопротивления п/п прибора.  <math>R_{j-c}=0.1^{\circ}\text{C}/\text{Вт}</math>, <math>R_{c-s}=0.2^{\circ}\text{C}/\text{Вт}</math>          Параметры временной диаграммы изменения мощности потерь в полупроводниковом приборе:  <math>R_{\text{пот}1}=70 \text{ Вт}</math>, <math>R_{\text{пот}2}=50 \text{ Вт}</math>, <math>t_1=200 \text{ с}</math></p>
--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 80*

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

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется, если вопросы раскрыты, выбрано верное направление для решения задач*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 35*

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

**КМ-2. Электромагнитные помехи**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Письменная контрольная работа на проверку знаний по теме Электромагнитные помехи

**Краткое содержание задания:**

1. Рассчитать потери в п/п приборе, работающем в импульсном режиме. Рассчитать тепловое сопротивление охладителя. Рассчитать площадь поверхности плоского теплоотвода, горизонтально ориентированного.

**Контрольные вопросы/задания:**

Уметь: – конструировать преобразовательные установки с	1.П/п прибор –IGBT IRG4PH30KD. Параметры IRG4PH30KD:
--------------------------------------------------------	------------------------------------------------------



учетом заданных требований по обеспечению тепловых режимов полупроводниковых приборов и помехозащищенности.

=3.1 В

$R_{j-c}=1.2^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$

$R_{c-s}=0.24^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$

$R_{j-a}=40^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$

Временные диаграммы работы транзистора:

2.П/п прибор – MOSFET IRFBE30PBF. Параметры

IRFBE30PBF:

$R_{ds(on)}=3\ \text{Ом}$

$R_{j-c}=1^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$

$R_{c-s}=0.5^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$

$R_{j-a}=62^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$

Временные диаграммы работы транзистора:

3.П/п прибор –IGBT IRG4PH30KD. Параметры

IRG4PH30KD:

=3.1 В

$R_{j-c}=1.2^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$

$R_{c-s}=0.24^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$

$R_{j-a}=40^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$

Временные диаграммы работы транзистора:

4.П/п прибор –IGBT IRG4PH30KD. Параметры

IRG4PH30KD:

=3.1 В

$R_{j-c}=1.2^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$

$R_{c-s}=0.24^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$

$R_{j-a}=40^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$

Временные диаграммы работы транзистора:

5.П/п прибор – MOSFET IRFP22N60KPBF.

Параметры IRFP22N60KPBF:

$R_{ds(on)}=0.24\ \text{Ом}$

$R_{j-c}=0.34^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$

$R_{c-s}=0.24^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$

$R_{j-a}=40^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$

Временные диаграммы работы транзистора:

6.П/п прибор –IGBT IRGP4055. Параметры IGBT

IRGP4055:

=1.7 В

$R_{j-c}=0.48^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$

$R_{c-s}=0.2^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$

$R_{j-a}=70^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$

Временные диаграммы работы транзистора:

7.П/п прибор – MOSFET IRFBE30PBF. Параметры

IRFBE30PBF:

$R_{ds(on)}=3\ \text{Ом}$

$R_{j-c}=1^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$

$R_{c-s}=0.5^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$

$R_{j-a}=62^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$

Временные диаграммы работы транзистора:

8.П/п прибор – MOSFET IRFBE30PBF. Параметры

IRFBE30PBF:

$R_{ds(on)}=3\ \text{Ом}$

$R_{j-c}=1^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$

$R_{c-s}=0.5^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$

	<p> <math>R_{j-a}=62^{\circ}\text{C}/\text{Вт}</math>  Временные диаграммы работы транзистора:  9.П/п прибор –IGBT IRGP4055. Параметры IGBT IRGP4055:  =1.7 В  <math>R_{j-c}=0.48^{\circ}\text{C}/\text{Вт}</math>  <math>R_{c-s}=0.2^{\circ}\text{C}/\text{Вт}</math>  <math>R_{j-a}=70^{\circ}\text{C}/\text{Вт}</math>  Временные диаграммы работы транзистора:  10.П/п прибор – MOSFET IRFBE30PBF. Параметры IRFBE30PBF:  <math>R_{ds(on)}=3\ \text{Ом}</math>  <math>R_{j-c}=1^{\circ}\text{C}/\text{Вт}</math>  <math>R_{c-s}=0.5^{\circ}\text{C}/\text{Вт}</math>  <math>R_{j-a}=62^{\circ}\text{C}/\text{Вт}</math>  Временные диаграммы работы транзистора:  11.П/п прибор –IGBT IRG4PH30KD. Параметры IRG4PH30KD:  =3.1 В  <math>R_{j-c}=1.2^{\circ}\text{C}/\text{Вт}</math>  <math>R_{c-s}=0.24^{\circ}\text{C}/\text{Вт}</math>  <math>R_{j-a}=40^{\circ}\text{C}/\text{Вт}</math>  Временные диаграммы работы транзистора:  12.П/п прибор – MOSFET IRFP22N60KPBF. Параметры IRFP22N60KPBF:  <math>R_{ds(on)}=0.24\ \text{Ом}</math>  <math>R_{j-c}=0.34^{\circ}\text{C}/\text{Вт}</math>  <math>R_{c-s}=0.24^{\circ}\text{C}/\text{Вт}</math>  <math>R_{j-a}=40^{\circ}\text{C}/\text{Вт}</math>  Временные диаграммы работы транзистора:  13.П/п прибор –IGBT IRG4PH30KD. Параметры IRG4PH30KD:  =3.1 В  <math>R_{j-c}=1.2^{\circ}\text{C}/\text{Вт}</math>  <math>R_{c-s}=0.24^{\circ}\text{C}/\text{Вт}</math>  <math>R_{j-a}=40^{\circ}\text{C}/\text{Вт}</math>  Временные диаграммы работы транзистора:  14.П/п прибор – MOSFET IRFP22N60KPBF. Параметры IRFP22N60KPBF:  <math>R_{ds(on)}=0.24\ \text{Ом}</math>  <math>R_{j-c}=0.34^{\circ}\text{C}/\text{Вт}</math>  <math>R_{c-s}=0.24^{\circ}\text{C}/\text{Вт}</math>  <math>R_{j-a}=40^{\circ}\text{C}/\text{Вт}</math>  Временные диаграммы работы транзистора:  15.П/п прибор –IGBT IRGP4055. Параметры IGBT IRGP4055:  =1.7 В  <math>R_{j-c}=0.48^{\circ}\text{C}/\text{Вт}</math>  <math>R_{c-s}=0.2^{\circ}\text{C}/\text{Вт}</math>  <math>R_{j-a}=70^{\circ}\text{C}/\text{Вт}</math>  Временные диаграммы работы транзистора:  16.П/п прибор – MOSFET IRFBE30PBF. Параметры </p>
--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

	<p>IRFBE30PBF:  <math>R_{ds(on)}=3 \text{ Ом}</math>  <math>R_{j-c}=1^\circ\text{C/Вт}</math>  <math>R_{c-s}=0.5^\circ\text{C/Вт}</math>  <math>R_{j-a}=62^\circ\text{C/Вт}</math>          Временные диаграммы работы транзистора:          17.П/п прибор – IGBT IRGP4055. Параметры IGBT IRGP4055:  <math>=1.7 \text{ В}</math>  <math>R_{j-c}=0.48^\circ\text{C/Вт}</math>  <math>R_{c-s}=0.2^\circ\text{C/Вт}</math>  <math>R_{j-a}=70^\circ\text{C/Вт}</math>          Временные диаграммы работы транзистора:          18.П/п прибор – MOSFET IRFP22N60KPBF.          Параметры IRFP22N60KPBF:  <math>R_{ds(on)}=0.24 \text{ Ом}</math>  <math>R_{j-c}=0.34^\circ\text{C/Вт}</math>  <math>R_{c-s}=0.24^\circ\text{C/Вт}</math>  <math>R_{j-a}=40^\circ\text{C/Вт}</math>          Временные диаграммы работы транзистора:</p>
--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 80*

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

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется, если вопросы раскрыты, выбрано верное направление для решения задач*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 30*

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

**КМ-3. Экранирование и заземление**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 40

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** письменный тест на проверку знаний по теме экранирование и заземление

**Краткое содержание задания:**

Решить тест

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: – способы охлаждения силовых полупроводниковых приборов;	<p><b>1.Вариант 1</b>          1. Тепловое сопротивление корпус-радиатор находится в пределах?          а) <math>0-0.5^\circ\text{C/Вт}</math></p>
-----------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

- b) **0.5 - 1°C/Вт**
- c) 1 – 1.5°C/Вт
- d) 1.5-2 °C/Вт

2. Для плоского охладителя, какие процессы теплопередачи присутствуют:

- a) Только конвекция
- b) Только излучение
- c) **Конвекция и излучение**
- d) Излучение и теплопроводность

3. Предельная температура полупроводникового прибора на основе кремния равна?

- a) 105 °C
- b) 125 °C
- c) **150 °C**
- d) 175 °C

4. В нестационарном тепловом режиме, какое количество R-C цепей используется в электротепловой схеме замещения?

- a) 1
- b) 2
- c) **3**
- d) 4

### **2. Вариант 2**

1. Какому электрическому параметру соответствует температура в электротепловой схеме замещения?

- a) Плотность тока
- b) Напряжение
- c) **Потенциал**
- d) Ток

2. Для ребристого охладителя, какие процессы теплопередачи являются наиболее значимые:

- a) **Только конвекция**
- b) Только излучение
- c) Конвекция и излучение
- d) Излучение и теплопроводность

3. Какая температура окружающей среды принимается при тепловых расчетах?

- a) 0 °C
- b) 25 °C
- c) **40 °C**
- d) 50 °C

4. В нестационарном тепловом режиме в схеме

	<p>замещения полупроводникового прибора, через какое время заканчивается переходной процесс?</p> <p>a) 10мкс b) 100мкс c) 10мс <b>d) 1 с</b></p> <p><b>3.Вариант 3</b></p> <p>1. Какому электрическому параметру соответствует тепловой поток в электротепловой схеме замещения?</p> <p>a) Плотность тока b) Напряжение c) Потенциал <b>d) Ток</b></p> <p>2. Во сколько раз коэффициент конвекции отличается для горизонтально ориентированной поверхности, обращенной нагретой стороной вверх и для вертикально ориентированной поверхности:</p> <p>a) <b>1.3</b> b) 1.2 c) 1.7 d) 1</p> <p>3. Какая температура точки Кюри для ферромагнетиков?</p> <p>a) 100 °С b) 125 °С <b>c) 200 °С</b> d) 250 °С</p> <p>4. Коэффициент излучения определяется?</p> <p>a) только степенью черноты системы тел b) только температурой теплоотвода c) степенью черноты системы тел и температурой теплоотвода <b>d) степенью черноты системы тел и температурами теплоотвода и окружающей среды</b></p>
--	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

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

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется, если вопросы раскрыты, выбрано верное направление для решения задач*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 30*

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

#### КМ-4. Электромагнитная совместимость импульсных источников электропитания

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: письменный тест на проверку знаний

Краткое содержание задания:

пройти тест

#### Контрольные вопросы/задания:

Знать: – способы защиты электронной аппаратуры от влияния внешнего электромагнитного поля;

##### 1. *Вариант 1*

1. Для определения уровня электромагнитной помехи излучения используется?

- a) напряжение
- b) ток
- c) напряженность поля**
- d) проводимость

2. Какие виды кондуктивных помех не создают излучение:

- a) Только симметричные**
- b) Только несимметричные
- c) Смешанные
- d) Только синфазные

3. Для наилучшей защиты от электростатического поля достаточно заземлить экран ?

- a) Только с одной стороны возле приемника
- b) Только с одной стороны возле источника**
- c) С двух сторон
- d) Не заземлять

4. Толщина скин-слоя на частоте 0.1 МГц для алюминия составляет?

- a) 210 мкм
- b) 260 мкм**
- c) 27 мкм
- d) 389 мкм

##### 2. *Вариант 2*

1. Какой величиной измеряется уровень электромагнитной помехи проводимости?

- a) мкВ
- b) дБ**
- c) мкВ/м
- d) мкА

2. Величина импульсного перенапряжения в сети электропитания переменного тока:

- a) 10-100 В
- b) 100-500 В
- c) **1-4 кВ**
- d) Свыше 4 кВ

3. Конденсаторы  $C_x$  ППФ включенные между фазным проводом и нейтралью предназначены для фильтрации?

- a) Помех излучения
- b) **Симметричных помех**
- c) Несимметричных помех
- d) Смешанных помех

4. Толщина скин-слоя на частоте 1 МГц для алюминия составляет?

- a) 66 мкм
- b) 123 мкм
- c) 10 мкм
- d) **83 мкм**

### 3. *Вариант 3*

1. Чему равен коэффициент ослабления помехи при экранировании сигнального проводника и заземлении экрана с 2-х сторон в высокочастотных цепях?

- a) 0 дБ
- b) 13 дБ
- c) 80 дБ
- d) **27 дБ**

2. Величина конденсаторов  $C_x$  в ППФ находится в диапазоне:

- a) 10-100 пФ
- b) 1-10 нФ
- c) 10-100 нФ
- d) **100-1000 нФ**

3. Конденсаторы  $C_y$  ППФ включенные между фазным и нейтральным проводами и зажимом шины заземления предназначены для фильтрации?

- a) Помех излучения
- b) Симметричных помех
- c) **Несимметричных помех**
- d) Смешанных помех

4. Толщина скин-слоя на частоте 10 МГц для алюминия составляет?

- a) **26 мкм**
- b) 21 мкм

	c) 3 мкм d) 39 мкм
--	-----------------------

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

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

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

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

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

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



# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

## 1 семестр

**Форма промежуточной аттестации:** Зачет с оценкой

### Пример билета

1. Теплопроводность. Основной закон теплопроводности. Метод электротепловых аналогий. Расчет теплопроводности плоской стенки.
2. Термоэлектрическое охлаждение. Принцип действия. Пример конструкции термоэлектрической системы охлаждения.

### Процедура проведения

Студент получает билет с вопросами, готовится 60 минут. После чего отвечает преподавателю на вопросы своего билета.

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

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-1ПК-1 Знает современный технологический базис и технические решения и осуществляет выбор на основе технических требований к устройствам электроники и наноэлектроники

### Вопросы, задания

1. Теплопроводность. Основной закон теплопроводности. Метод электротепловых аналогий. Расчет теплопроводности плоской стенки.
2. Расчет теплопроводности оболочки в форме параллелепипеда.
3. Расчет тепловых режимов тел с внутренними источниками тепла (плоская стенка и цилиндрический стержень).
4. Расчет ребристого охладителя.
5. Расчет теплового режима конструкции с естественным охлаждением.
6. Термоэлектрическое охлаждение. Принцип действия. Пример конструкции термоэлектрической системы охлаждения.
7. Снижение электромагнитных помех путем рационального монтажа проводников (привести примеры).
8. Экранирование проводников для защиты от электрического поля.
9. Заземление экранов кабелей в высокочастотных цепях.
10. Схемы подключения измерительного дифференциального усилителя экранированным кабелем.
11. Виды конструкторской документации (ЕСКД).
12. Помехоподавляющие фильтры: общие сведения о фильтрах, анализ частотной характеристики, элементная база.

### Материалы для проверки остаточных знаний

1. Какие процессы теплопередачи присутствуют для плоского охладителя?

Ответы:

- а) Только излучение
- б) Только конвекция
- в) Конвекция и излучение
- г) Излучение и теплопроводность

Верный ответ: в) Конвекция и излучение

2. Единицы измерения теплового потока  $Q$ ?

Ответы:

- а) Вт/с
- б) Дж/с
- в) А/с
- г) В\*с

Верный ответ: б) Дж/с

3. Эквивалентом какого электрического параметра соответствует температура в электротепловой схеме замещения?

Ответы:

- а) Ток
- б) Коэффициент электропроводности
- в) Потенциал
- г) Электрическая ёмкость

Верный ответ: в) Потенциал

4. На какой частоте проявляются фильтрующие свойства Г-образный LC фильтр с L-входом?

Ответы:

- а) 0
- б)  $\omega_0$
- в)  $\sqrt{2}\omega_0$
- г)  $2\omega_0$

Верный ответ: в)  $\sqrt{2}\omega_0$

5. Для подавления не симметричных помех применяют ... фильтр ?

Ответы:

- а) Г-образный
- б) П-образный
- в) Т-образный
- г) многозвенный

Верный ответ: а) Г-образный

6. Первый этап создания устройств электронной техники?

Ответы:

- а) научно-исследовательская работа (НИР);
- б) опытно-конструкторская работа (ОКР);
- в) рабочая стадия.
- г) эксплуатация

Верный ответ: а) научно-исследовательская работа (НИР);

7. Эквивалент какого электрического параметра является плотность теплового потока в электротепловой схеме замещения?

Ответы:

- а) Плотность тока
- б) Коэффициент электропроводности
- в) Ток
- г) Потенциал

Верный ответ: а) Плотность тока

8. Коэффициент излучения определяется?

Ответы:

- а) только степенью черноты системы тел
- б) только температурой теплоотвода
- в) степенью черноты системы тел и температурой теплоотвода
- г) степенью черноты системы тел и температурами теплоотвода и окружающей среды

Верный ответ: г) степенью черноты системы тел и температурами теплоотвода и окружающей среды

9. Для наилучшей защиты от электростатического поля достаточно заземлить экран?

Ответы:

- а) Только с одной стороны возле приемника
- б) Только с одной стороны возле источника
- в) С двух сторон
- г) Не заземлять

Верный ответ: б) Только с одной стороны возле источника

10. Главным источником тепла в преобразователях является ?

Ответы:

- а) силовые полупроводниковые приборы
- б) внешняя конвекция
- в) внешнее излучение
- г) радиация

Верный ответ: а) силовые полупроводниковые приборы

11. Для чего используется термопаста в преобразователях?

Ответы:

- а) для повышения эффективности отвода тепла от силовых полупроводниковых приборов
- б) для того, чтобы полупроводниковые приборы лучше держались на радиаторе
- в) для снижения помех
- г) для виброустойчивости

Верный ответ: а) для повышения эффективности отвода тепла от силовых полупроводниковых приборов

12. Что такое теплопроводность?

Ответы:

- а) Теплопроводность – передача тепловой энергии электромагнитными волнами инфракрасной частоты.
- б) Теплопроводность – самопроизвольная передача энергии в твёрдом теле от более нагретых частей к менее нагретым.
- в) Теплопроводность – передача тепловой энергии потоками газа или жидкости.
- г) Теплопроводность – количество тепловой энергии, проходящей в единицу времени через поверхность, перпендикулярно ориентированную к поверхности.

Верный ответ: б) Теплопроводность – самопроизвольная передача энергии в твёрдом теле от более нагретых частей к менее нагретым.

## **II. Описание шкалы оценивания**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания: - на все вопросы, предполагающие свободный ответ, студент дал правильный и полный ответ.*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания: - 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: 30*

*Описание характеристики выполнения знания:* - 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 по совокупности результатов текущего контроля успеваемости в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ».

**Для курсового проекта/работы:**

**1 семестр**

**Форма проведения: Защита КП/КР**

### ***I. Процедура защиты КП/КР***

Процедура защиты курсовой работы предполагает: 1) краткий доклад о том, что студент выполнил в рамках своей курсовой работы 2) ответы на вопросы по курсовой работе

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

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания: - на все вопросы, предполагающие свободный ответ, студент дал правильный и полный ответ.*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания: - на все вопросы, предполагающие свободный ответ, студент дал правильный ответ, но до-пустил незначительные ошибки и не показал необходимой полноты.*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 30*

*Описание характеристики выполнения знания: - 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 по совокупности результатов текущего контроля успеваемости и результатов защиты в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ».