

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

**Направление подготовки/специальность: 14.03.01 Ядерная энергетика и теплофизика**

**Наименование образовательной программы: Термоядерные реакторы и плазменные установки**

**Уровень образования: высшее образование - бакалавриат**

**Форма обучения: Очная**

**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Методы измерения и анализа электрических величин**

**Москва  
2023**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель  
(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Лукашевский М.В.
	Идентификатор	R#4b7e3cb-LukashevskyMV-6844ab

М.В. Лукашевский  
(расшифровка подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель образовательной программы  
(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Дедов А.В.
	Идентификатор	R72c90f41-DedovAV-d71cc7f4

А.В. Дедов  
(расшифровка подписи)

Заведующий выпускающей кафедры  
(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Дедов А.В.
	Идентификатор	R72c90f41-DedovAV-d71cc7f4

А.В. Дедов  
(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-3 Способен к участию в лабораторном и численном эксперименте, обработке опытных данных

ИД-6 Владеет основными методами измерения и анализа электрических сигналов, демонстрирует понимание принципов работы приборов фотоэлектрической регистрации и преобразования оптических сигналов

и включает:

**для текущего контроля успеваемости:**

Форма реализации: Билеты (письменный опрос)

1. Метод дискретного счета и его разновидности. Гетеродинный метод (Контрольная работа)
2. Методы анализа сигналов, Фотоэлектрические приемники излучения (Контрольная работа)
3. Осциллографические методы измерения параметров электрических сигналов (Контрольная работа)

Форма реализации: Устная форма

1. Защита лабораторных работ (Перекрестный опрос)

## 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
Осциллографические методы измерения параметров электрических сигналов					
Осциллографические методы измерения		+		+	
Измерение интервалов времени, частоты и фазовых сдвигов					
Измерение интервалов времени, частоты и фазовых сдвигов			+		
Методы анализа сигналов					
Методы анализа сигналов			+	+	
Фотоэлектрические приборы для регистрации оптического излучения					

Регистрация оптического излучения			+	+
Электронно-оптические преобразователи и усилители				
ЭОП			+	+
Вес КМ:	20	20	20	40

\$Общая часть/Для промежуточной аттестации\$

## СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

### *I. Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций*

Индекс компетенции	Индикатор	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Контрольная точка
ПК-3	ИД-бПК-3 Владеет основными методами измерения и анализа электрических сигналов, демонстрирует понимание принципов работы приборов фотоэлектрической регистрации и преобразования оптических сигналов	Знать: методы измерения осциллограмм типичных электрических сигналов основные методы, применяемые для измерения интервалов времени и частоты сигналов основные методы анализа сигналов, применяемые в экспериментальной физике, принцип действия и область применения фотоэлектрических приемников излучения Уметь: выполнять измерение и анализ типичных электрических сигналов, выполнять преобразование и регистрацию оптического излучения	Осциллографические методы измерения параметров электрических сигналов (Контрольная работа) Метод дискретного счета и его разновидности. Гетеродинный метод (Контрольная работа) Методы анализа сигналов, Фотоэлектрические приемники излучения (Контрольная работа) Защита лабораторных работ (Перекрестный опрос)

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

### КМ-1. Осциллографические методы измерения параметров электрических сигналов

**Формы реализации:** Билеты (письменный опрос)

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студенты письменно отвечают на вопросы

**Краткое содержание задания:**

Дайте ответы на вопросы

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: методы измерения осциллограмм типичных электрических сигналов	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Назовите общие рекомендации по выбору чувствительности, полосы пропускания, входного активного сопротивления и входной емкости осциллографа</li><li>2. Опишите принцип работы осциллографа и получения осциллограммы в режиме линейной развертки</li><li>3. Чем обусловлена возможность применения при стробоскопическом осциллографировании усилителя вертикального отклонения с полосой пропускания во много раз более узкой, чем требуется при непосредственном наблюдении импульсов скоростным осциллографом?</li><li>4. Назовите основные каналы аналогового осциллографа и их функции</li><li>5. Опишите стробоскопический принцип осциллографирования</li></ol>
--	---

**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: 70*

*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

## КМ-2. Метод дискретного счета и его разновидности. Гетеродинный метод

**Формы реализации:** Билеты (письменный опрос)

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студенты письменно отвечают на вопросы

**Краткое содержание задания:**

Дайте ответы на вопросы

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: основные методы, применяемые для измерения интервалов времени и частоты сигналов	<ol style="list-style-type: none"><li>1.Перечислите основные источники погрешности метода дискретного счета при измерении интервалов времени, опишите метод интерполяции для уменьшения погрешности дискретности</li><li>2.Опишите гетеродинный метод преобразования частоты, принцип работы широкодиапазонных частотомеров</li><li>3.Опишите принцип работы метода дискретного счета для измерения частоты периодического сигнала</li><li>4.Опишите применение метода дискретного счета для измерения фазового сдвига между периодическими сигналами</li><li>5.Опишите принцип работы и изобразите структурную схему фазометра с гетеродинным преобразователем частоты</li></ol>
---	---

**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: 70*

*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

## КМ-3. Методы анализа сигналов, Фотоэлектрические приемники излучения

**Формы реализации:** Билеты (письменный опрос)

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студенты письменно отвечают на вопросы

**Краткое содержание задания:**

Дайте ответы на вопросы

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: основные методы анализа сигналов, применяемые в экспериментальной физике, принцип действия и область применения фотоэлектрических приемников излучения	1.Опишите использование автокорреляционного анализа для выделения сигнала на фоне шумов. Назовите принципиальные недостатки метода 2.Назначение и описание метода синхронного детектирования в режиме развертки 3.Канальный усилитель и МКП. Конструкция, принцип действия 4.Времяанализирующие ЭОП. Конструкция, методы воздействия на электронный поток. Принцип работы хронографических ЭОП 5.Конструкция и принцип действия ЭОП 6.Режимы работы фотодиодов на основе p-n-перехода
---	--

**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: 70*

*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*

**КМ-4. Защита лабораторных работ**

**Формы реализации:** Устная форма

**Тип контрольного мероприятия:** Перекрестный опрос

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 40

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студенты устно отвечают на вопросы

**Краткое содержание задания:**

Ответьте на вопросы

**Контрольные вопросы/задания:**

Уметь: выполнять измерение и анализ типичных электрических сигналов, выполнять преобразование и регистрацию оптического излучения	1.Как выбрать и настроить синхронизацию осциллографа? 2.Опишите оптическую схему для освещения фотокатода ЭОП 3.Как выбрать напряжение смещения полупроводникового фотодиода? 4.Какие использовать послесвечение экрана ЭОП? 5.Как выбрать количество точек на период в стробоскопическом режиме осциллографирования?
---	---



**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Описание характеристики выполнения знания:*

*Оценка: 4*

*Описание характеристики выполнения знания:*

*Оценка: 3*

*Описание характеристики выполнения знания:*

# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

## 8 семестр

**Форма промежуточной аттестации:** Зачет с оценкой

### Пример билета

1. Приведите классификацию приемников оптического излучения
2. Дайте определение и опишите физический смысл понятия спектральной плотности сигнала

### Процедура проведения

Устный опрос по билетам

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

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-б<sub>ПК-3</sub> Владеет основными методами измерения и анализа электрических сигналов, демонстрирует понимание принципов работы приборов фотоэлектрической регистрации и преобразования оптических сигналов

### Вопросы, задания

1. Опишите конструкцию и принцип действия ЭОП. Чем определяется пространственное разрешение ЭОП?
2. Назовите основные типы и назначения ЭОП
3. Опишите применение метода дискретного счета для измерения фазового сдвига сигналов
4. Опишите принцип работы гетеродинного метода измерения частоты
5. Дайте определение автокорреляционной функции сигнала
6. Опишите связь между энергетическим спектром сигнала и его автокорреляционной функцией
7. Приведите и опишите принципиальную схему метода синхронного детектирования сигналов
8. Опишите конструкцию и основные характеристики ФЭУ
9. Опишите конструкцию и принцип работы ФЭУ с непрерывным диодом
10. Перечислите и опишите основные источники погрешности измерения методом дискретного счета. Опишите основные способы уменьшения погрешности дискретности

### Материалы для проверки остаточных знаний

1. Развертка осциллографа это:

Ответы:

1. 1) положение луча при нулевом напряжении,
2. 2) след, оставляемый лучом на экране при отсутствии измеряемого сигнала,
3. 3) форма напряжения, встроенного генератора,
4. 4) заготовка для изготовления корпуса прибора

Верный ответ: 2

2. Как отображается на экране напряжение, поданное на вход Z осциллографа?

Ответы:

1. 1) в изменении яркости экрана,

2. 2) третьим измерением изображения,
3. 3) изменением яркости луча,
4. 4) изменением изображения во времени

Верный ответ: 3

3. Какой параметр электрического сигнала, как правило, позволяет измерить электронный осциллограф?

Ответы:

1. 1) напряжение,
2. 2) сила тока,
3. 3) заряд,
4. 4) сопротивление

Верный ответ: 1

4. Как называется основной метод измерения интервалов времени?

Ответы:

1. 1) Метод непрерывного счета,
2. 2) Метод дискретных ординат,
3. 3) Метод электронно счета,
1. 4) Метод дискретного счета

Верный ответ: 4

5. Какому условию должно удовлетворять сходное сопротивление измерительного прибора?

Ответы:

1. 1)  $R_{вх} \gg R_{вых}$ ,
2. 2)  $R_{вх} \ll R_{вых}$ ,
3. 3)  $R_{вх} = R_{вых}$ ,
4. 4)  $R_{вх} = 0,5 \cdot R_{вых}$

Верный ответ: 1

6. Какой генератор применяется для линейной непрерывной развертки осциллографа?

Ответы:

1. 1) Внешний генератор промежуточной частоты,
2. 2) Встроенный генератор пилообразного напряжения,
3. 3) Встроенный строчный генератор,
1. 4) Гетеродинный генератор

Верный ответ: 2

7. Сравните точности метода непосредственного измерения периода сигнала и метода непосредственного измерения частоты сигнала

Ответы:

1. 1) Точность метода непосредственного измерения частоты сигнала выше,
2. 2) Точность метода непосредственного измерения периода сигнала выше,
3. 3) Зависит от условий измерений,
4. 4) Точности равны

Верный ответ: 3

8. Каков результат метода синхронного детектирования сигнала?

Ответы:

1. 1) Величина, пропорциональная производной полезного сигнала,
2. 2) Величина полезного сигнала,
3. 3) Величина, пропорциональная среднему значению полезного сигнала,
  1. 4) Величина, пропорциональная интегралу от полезного сигнала

Верный ответ: 3

9. Каков результат метода синхронного детектирования в режиме развертки?

Ответы:

1. 1) Величина, пропорциональная производной измеряемой функции,
2. 2) Измеряемая функция,
3. 3) Величина, пропорциональная среднему значению измеряемой функции,
  1. 4) Величина, пропорциональная интегралу от измеряемой функции

Верный ответ: 1

10. Какое явление лежит в основе работы фотокатода ЭОП?

Ответы:

- 1) Термоэлектронная эмиссия,
- 2) Люминесценция,
- 3) Движение электронов в электромагнитном поле,
- 4) Внешний фотоэффект

Верный ответ: 4

11. Какое явление лежит в основе работы экрана ЭОП?

Ответы:

- 1) Термоэлектронная эмиссия,
- 2) Люминесценция,
- 3) Движение электронов в электромагнитном поле,
- 4) Внешний фотоэффект

Верный ответ: 2

12. В каком режиме работы p-n диод не может быть использован для измерения параметров излучения?

Ответы:

- 1) Диодный режим,
- 2) Режим прямого тока через p-n переход,
- 3) фотогальванический режим,
- 4) режим пробоя

Верный ответ: 2

13. Назовите самый примитивный из перечисленных фотоэлектрических преобразователей

Ответы:

1. 1) Вакуумный фотодиод,
  - 2) Фотоумножитель,
  - 3) Канальный фотоумножитель,
  - 4) Микроканальная пластина

Верный ответ: 1

## **II. Описание шкалы оценивания**

Оценка: 5

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 80*

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

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

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

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

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

### ***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 зачетной составляющих