

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

Направление подготовки/специальность: 10.03.01 Информационная безопасность

Наименование образовательной программы: Безопасность автоматизированных систем

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очно-заочная

**Оценочные материалы
по дисциплине
Метрология и электрорадиоизмерения**

**Москва
2022**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Черников А.И.
	Идентификатор	Ra6cee32f-ChernikovAI-e1593be2

(подпись)

А.И.

Черников

(расшифровка
подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

(должность, ученая степень, ученое
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Баронов О.Р.
	Идентификатор	R90d76356-BaronovOR-7bf8fd7e

(подпись)

О.Р. Баронов

(расшифровка
подписи)

Заведующий
выпускающей кафедры

(должность, ученая степень, ученое
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Невский А.Ю.
	Идентификатор	R4bc65573-NevskyAY-0b6e493d

(подпись)

А.Ю.

Невский

(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. ОПК-1 способностью анализировать физические явления и процессы для решения профессиональных задач
2. ОПК-3 способностью применять положения электротехники, электроники и схемотехники для решения профессиональных задач
3. ОПК-6 способностью применять приемы оказания первой помощи, методы и средства защиты персонала предприятия и населения в условиях чрезвычайных ситуаций, организовать мероприятия по охране труда и технике безопасности

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Допуск к лабораторной работе

1. КМ-1 (Лабораторная работа)
2. КМ-3 (Лабораторная работа)

Форма реализации: Смешанная форма

1. КМ-2 (Контрольная работа)
2. КМ-4 (Контрольная работа)

БРС дисциплины

5 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	4	8	12	15
Вводная лекция. Погрешности однократных измерений					
Вводная лекция. Погрешности однократных измерений		+	+		
Погрешность прямых многократных измерений					
Погрешность прямых многократных измерений		+	+		
Средства и методы измерений. Измерение напряжения					

Средства и методы измерений. Измерение напряжения	+	+		
Осциллографические измерения и измерения спектра сигнала				
Осциллографические измерения и измерения спектра сигнала	+	+	+	+
Измерение параметров элементов цепей. Измерение СВЧ и распределенных цепей				
Измерение параметров элементов цепей. Измерение СВЧ и распределенных цепей		+	+	+
Измерение частоты. Автоматизация измерений				
Измерение частоты. Автоматизация измерений		+	+	+
Основы стандартизации. Основы сертификации				
Основы стандартизации. Основы сертификации			+	+
Основы управления качеством				
Основы управления качеством			+	+
Вес КМ:	20	30	20	30

\$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
ОПК-1	ОПК-1(Компетенция)	Знать: основные теоретические положения метрологии, метрологического обеспечения, стандартизации и сертификации	КМ-3 (Лабораторная работа) КМ-4 (Контрольная работа)
ОПК-3	ОПК-3(Компетенция)	Уметь: эксплуатировать современную отечественную и зарубежную электро- и радиоизмерительную аппаратуру в процессе разработки, производства и эксплуатации радиоэлектронных средств защиты и противодействия метрологически правильно выбирать методы и средства измерения методически правильно выполнять измерения, оценивать точность и оформлять результаты	КМ-1 (Лабораторная работа) КМ-2 (Контрольная работа) КМ-3 (Лабораторная работа) КМ-4 (Контрольная работа)

		измерений в соответствии с действующей нормативной документацией	
ОПК-6	ОПК-6(Компетенция)	Знать: ☐ основные теоретические положения метрологии, метрологического обеспечения, стандартизации и сертификации классификацию, структурные схемы, метрологические характеристики типовых средств радиоизмерений	КМ-3 (Лабораторная работа) КМ-4 (Контрольная работа)

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. КМ-1

Формы реализации: Допуск к лабораторной работе

Тип контрольного мероприятия: Лабораторная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Допуск, выполнение и защита лабораторной работы №1.

Краткое содержание задания:

В работе студенту предлагается при помощи двух различных приборов измерить сопротивления нескольких резисторов, затем подключить напряжение питания согласно схеме из описания к работе и измерить получившееся на резисторах напряжение.

Студенту следует оформить отчет по проделанной работе согласно ГОСТ 7.32-2017

«ОТЧЕТ О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ», в который заносятся таблицы результатов измерений, рассчитанные для каждого измерения погрешности, а также результат измерения.

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: методически правильно выполнять измерения, оценивать точность и оформлять результаты измерений в соответствии с действующей нормативной документацией	1.Каким образом в работе учитывалась предельная инструментальная погрешность? 2.Зная измеренное значение и предельную инструментальную, а также методическую погрешность (выдаются преподавателем), запишите результат измерений.
--	--

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: Оценка 5 («отлично»), если студент провел все необходимые измерения, составил отчет согласно ГОСТ 7.32-2017 и ответил на контрольный вопрос

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка 4 («хорошо»), если студент провел все необходимые измерения, составил отчет согласно ГОСТ 7.32-2017 и не смог ответить на контрольный вопрос;

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка 3 («удовлетворительно»), если студент провел все необходимые измерения, но оформил отчет с недостатками и не смог ответить на контрольный вопрос

КМ-2. КМ-2

Формы реализации: Смешанная форма

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 30

Процедура проведения контрольного мероприятия: Допуск, выполнение и защита лабораторной работы №2 + решение контрольной работы №1

Краткое содержание задания:

Контрольная работа представляет собой 1) тестирование из теоретического вопроса, в котором студенту необходимо описать заданный согласно варианту прибор 2) задачу, для решения которой студенту выдается индивидуальный вариант, в котором указаны показания прибора и условия окружающей среды. Студенту необходимо верно учесть основную и дополнительные погрешности и записать результат измерения. В качестве раздаточного материала используются данные для вольтметра В7-16.

В Лабораторной работе №2 студенту предлагается при помощи осциллографа, генератора сигналов сложной формы и набора выданных элементов провести измерения емкости RC-цепи релаксационным методом и индуктивности RL-цепи методом вариации частоты. Студенту следует оформить отчет по проделанной работе согласно ГОСТ 7.32-2017 «ОТЧЕТ О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ», в который заносятся таблицы результатов измерений, рассчитанные для каждого измерения погрешности, а также результат измерения. В качестве защиты студенту предлагается ответить на один из контрольных вопросов.

Результирующая оценка ставится как среднее арифметическое оценок за тест №1, задачу и лабораторную работу.

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: методически правильно выполнять измерения, оценивать точность и оформлять результаты измерений в соответствии с действующей нормативной документацией	1. При помощи вольтметра В7-16 измеряется напряжение $U=20,526$ В. Известно, что $U_k=100$ В, $t=25$ °С, напряжение сети 220 В. Определить относительную и абсолютную погрешности измерения, записать результат измерения 2. Сформулируйте суть частотного метода. Поясните его достоинства и недостатки. 3. Как оценить погрешность измерения емкости релаксационным методом? 4. Как оценить погрешность измерения индуктивности частотным методом?
Уметь: метрологически правильно выбирать методы и средства измерения	1. Сформулируйте суть релаксационного метода. Опишите его достоинства и недостатки.

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: 1) Студент изобразил схему прибора, нарисовал необходимые диаграммы (эпюры напряжения, либо другие поясняющие работу прибора графики) и описал работу прибора; 2) Студент верно учел все виды погрешности и верно записал результат измерения; 3) Студент провел все необходимые измерения, составил отчет согласно ГОСТ 7.32-2017 и ответил на контрольный вопрос; Оценка ставится как среднеарифметическое трех оценок в случае, если все работы сданы минимум на оценку "удовлетворительно".

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: 1) Студент изобразил схему прибора, описал работу прибора, но не смог нарисовать необходимые диаграммы (эпюры напряжения, либо

другие поясняющие работу прибора графики); 2) Студент верно учел все виды погрешности, но не верно записал результат измерения; 3) Студент провел все необходимые измерения, составил отчет согласно ГОСТ 7.32-2017 и не смог ответить на контрольный вопрос; Оценка ставится как среднеарифметическое трех оценок в случае, если все работы сданы минимум на оценку "удовлетворительно".

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: 1) Студент изобразил схему прибора, либо описал работу прибора; 2) Студент верно выполнил расчет основной погрешности, но ошибся при расчете дополнительной, и верно записал результат измерения; 3) Студент провел все необходимые измерения, но оформил отчет с недостатками и не смог ответить на контрольный вопрос; Оценка ставится как среднеарифметическое трех оценок в случае, если все работы сданы минимум на оценку "удовлетворительно".

КМ-3. КМ-3

Формы реализации: Допуск к лабораторной работе

Тип контрольного мероприятия: Лабораторная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Допуск, выполнение и защита лабораторной работы №3.

Краткое содержание задания:

В работе студенту предлагается при помощи измерителя добротности Е4-11 измерить параметры катушки индуктивности при воздействии высокочастотного сигнала, а также измерить сопротивление и емкость выданных раздаточных элементов. Студенту следует оформить отчет по проделанной работе согласно ГОСТ 7.32-2017 «ОТЧЕТ О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ», в который заносятся таблицы результатов измерений, рассчитанные для каждого измерения погрешности, а также результат измерения.

Контрольные вопросы/задания:

Знать: основные теоретические положения метрологии, метрологического обеспечения, стандартизации и сертификации	1.Как зависят погрешности измерений от соотношения частот f_1 и f_2 ? Как проводится косвенное измерение емкости конденсатора? Как определяется погрешность измерения?
Знать: классификацию, структурные схемы, метрологические характеристики типовых средств радиоизмерений	1.В чем различие эквивалентной и действительной индуктивностей по их физической сущности? Получите соотношение, связывающее значение L_{Σ} со значениями L и C_0 .
Уметь: метрологически правильно выбирать методы и средства измерения	1.Как проводятся измерения активной составляющей резистора на высокой частоте с помощью измерителя добротности? Почему при этом следует производить косвенные измерения добротности?
Уметь: эксплуатировать современную отечественную и зарубежную электро- и радиоизмерительную аппаратуру в процессе разработки, производства и эксплуатации	1.Расскажите о работе измерителя добротности Е4–11, принципе его действия и на значениях отдельных узлов схемы. 2.Каким образом производится прямое измерение значения эквивалентной индуктивности L_{Σ} и почему погрешность такого измерения не аттестуется в

радиоэлектронных средств защиты и противодействия	паспорте прибора? 3.Как производится измерение действительного значения индуктивности и собственной емкости катушки? Как определяются погрешности таких измерений?
---	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: Оценка 5 («отлично»), если студент провел все необходимые измерения, составил отчет согласно ГОСТ 7.32-2017 и ответил на контрольный вопрос

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка 4 («хорошо»), если студент провел все необходимые измерения, составил отчет согласно ГОСТ 7.32-2017 и не смог ответить на контрольный вопрос

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка 3 («удовлетворительно»), если студент провел все необходимые измерения, но оформил отчет с недостатками и не смог ответить на контрольный вопрос

КМ-4. КМ-4

Формы реализации: Смешанная форма

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 30

Процедура проведения контрольного мероприятия: Допуск, выполнение и защита лабораторной работы №4 + решение контрольной работы №2

Краткое содержание задания:

Контрольная работа №2 представляет собой: 1) индивидуальный вариант, в котором указаны входные характеристики прибора и характеристики измеряемой цепи, предлагается оценить методическую погрешность измерения; 2) индивидуальный вариант, в котором указаны результаты измерения некоторой физической величины и предполагается закон распределения погрешности случайной величины. Студенту предлагается построить вариационный ряд и дать оценку истинного значения измеряемой величины с учетом закона распределения.

Лабораторная работа №4 представляет собой лабораторную работу, в которой студенту предлагается при помощи осциллографа и частотомера измерить АЧХ цепи из описания работы и провести оценку точности измерения. Студенту следует оформить отчет по проделанной работе согласно ГОСТ 7.32-2017 «ОТЧЕТ О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ», в который заносятся таблицы результатов измерений, рассчитанные для каждого измерения погрешности, а также результат измерения.

Результирующая оценка ставится как среднее арифметическое оценок за обе задачи и лабораторную работу.

Контрольные вопросы/задания:

Знать: основные теоретические	1.Какие внешние помехи влияют на результат
-------------------------------	--

положения метрологии, метрологического обеспечения, стандартизации и сертификации	измерения?
Знать: классификацию, структурные схемы, метрологические характеристики типовых средств радиоизмерений	1.Поясните принцип действия аналогового осциллографа
Знать: □ основные теоретические положения метрологии, метрологического обеспечения, стандартизации и сертификации	1.Поясните принцип действия цифрового осциллографа
Уметь: эксплуатировать современную отечественную и зарубежную электро- и радиоизмерительную аппаратуру в процессе разработки, производства и эксплуатации радиоэлектронных средств защиты и противодействия	1.С помощью амперметра с входным сопротивлением $R_A = 50 \text{ Ом}$ измеряется ток короткого замыкания источника с напряжением E и внутренним сопротивлением $R_i = 100 \text{ кОм}$. Изобразить схему проводимого эксперимента, вывести формулу для относительной погрешности измерения δ и рассчитать ее.

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: - Оценка 5 («отлично»), если студент верно изобразил схему проводимого эксперимента, вывел формулу для относительной погрешности измерения δ и рассчитал ее; - Оценка 5 («отлично»), если студент верно построил вариационный ряд, выбрал формулу для расчета оценки истинного значения измеряемой величины и верно провел расчет; - Оценка 5 («отлично»), если студент провел все необходимые измерения, составил отчет согласно ГОСТ 7.32-2017 и ответил на контрольный вопрос; Оценка ставится как среднеарифметическое трех оценок в случае, если все работы сданы минимум на оценку "удовлетворительно".

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: - Оценка 4 («хорошо»), если студент верно не изобразил схему проводимого эксперимента, либо неверно рассчитал методическую погрешность; - Оценка 4 («хорошо»), если студент верно выбрал формулу для расчета оценки истинного значения измеряемой величины и верно провел расчет, но не построил вариационный ряд; - Оценка 4 («хорошо»), если студент провел все необходимые измерения, составил отчет согласно ГОСТ 7.32-2017 и не смог ответить на контрольный вопрос; Оценка ставится как среднеарифметическое трех оценок в случае, если все работы сданы минимум на оценку "удовлетворительно".

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: - Оценка 3 («удовлетворительно»), если студент не изобразил схему проводимого эксперимента и неверно рассчитал методическую погрешность; - Оценка 3 («удовлетворительно»), если студент не построил вариационный ряд и неверно рассчитал оценку истинного значения, но верно выбрал необходимую формулу; - Оценка 3 («удовлетворительно»), если студент провел все необходимые измерения, но оформил отчет с недостатками и не смог ответить на контрольный вопрос;

Оценка ставится как среднеарифметическое трех оценок в случае, если все работы сданы минимум на оценку "удовлетворительно".

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

1. Метрология. Ее разделы. Предмет и средства метрологии.
2. Приведите схему, расшифруйте обозначения на ней, опишите работу, при необходимости нарисуйте диаграммы работы следующего устройства: “Цифровой осциллограф”
3. Погрешность измерения тока распределена по равномерному закону в интервале от - 20 до +20 мА. Определить систематическую погрешность и СКО случайной погрешности.

Процедура проведения

Экзамен проводится в письменной форме по билетам согласно программе экзамена.

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

1. Компетенция/Индикатор: ОПК-1(Компетенция)

Вопросы, задания

- 1.Погрешность формулы. Случай измерения экстремального уровня
- 2.Погрешность формулы. Случай измерения постоянного уровня
- 3.Методы измерения
- 4.Метод образцовых мер
- 5.Метод замещения
- 6.Прямые однократные измерения

Материалы для проверки остаточных знаний

- 1.В результате многократных измерений получен ряд значений периода колебаний:

[612; 609; 605; 615; 611] мс.

Постройте вариационный ряд. Методом максимального правдоподобия найдите оценку истинного значения периода, предполагая, что закон распределения погрешностей гауссовский.

Ответы:

Решить поставленную задачу, получить численный ответ.

Верный ответ: 610 мс

2. Компетенция/Индикатор: ОПК-3(Компетенция)

Вопросы, задания

- 1.Метрология. Ее разделы. Предмет и средства метрологии
- 2.Аксиомы метрологии
- 3.Физическая величина. Её значение, размер и размерность
- 4.Классификация погрешностей по причине возникновения
5. Классификация погрешностей по закономерности проявления

6. Погрешность взаимного влияния средства и объекта измерения. Случай измерения напряжения холостого хода источника ЭДС
7. Погрешность взаимного влияния средства и объекта измерения. Случай измерения тока короткого замыкания источника тока
8. Вывод формулы погрешности косвенного измерения (с частным случаем для погрешности произведения)
9. Законы распределения случайной величины. Числовые характеристики случайной величины.
10. Оценки результатов многократных измерений и требования, предъявляемые к ним.
11. Релаксационный метод измерения емкости RC-цепи. Опишите его достоинства и недостатки. Как оценить погрешность измерения емкости релаксационным методом?

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Классификация измерений по способу получения измерения

Верный ответ: По способу получения результата измерения делят на прямые, косвенные, совместные и совокупные. Прямыми называют измерения, при которых искомое значение величины находят непосредственно из опытных данных. К ним, например, относятся измерения напряжения с помощью вольтметра, измерение интервала времени с помощью измерителя временных интервалов.

3. Компетенция/Индикатор: ОПК-6(Компетенция)

Вопросы, задания

1. Вывод формулы погрешности косвенного измерения (с частным случаем для погрешности суммы)
2. Частотный метод измерения индуктивности в RL-цепи. Поясните его достоинства и недостатки. Как оценить погрешность измерения индуктивности частотным методом?
3. Измерение значения собственной емкости катушки при помощи измерителя добротности. Как определяются погрешности таких измерений? Как зависят погрешности измерений от соотношения частот?
4. Измерение действительного значения индуктивности катушки при помощи измерителя добротности. Как определяются погрешности таких измерений? Как зависят погрешности измерений от соотношения частот? Как проводится косвенное измерение емкости конденсатора? Как определяется погрешность измерения?
5. Измерение емкости конденсатора методом замещения при помощи измерителя добротности. Как определяется погрешность измерения?
6. Измерение сопротивления резистора на высокой частоте с помощью измерителя добротности прямым методом измерения добротности. Как в этом случае оценивается погрешность измерения?
7. Измерение сопротивления резистора на высокой частоте с помощью измерителя добротности методом вариации частоты. Как в этом случае оценивается погрешность измерения?
8. Цифровой осциллограф
9. Аналоговый осциллограф
10. Цифровой вольтметр с двойным интегрированием
11. Время-импульсный цифровой вольтметр
12. Измеритель добротности

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Для чего предназначен цифровой частотомер?

Верный ответ: Цифровой частотомер предназначен для измерения среднего или мгновенного значения частоты периодического сигнала. Принцип

действия цифрового частотомера заключается в подсчете числа периодов T_x неизвестной частоты f_x за образцовый интервал времени

2. Для чего предназначен осциллограф?

Верный ответ: Осциллограф — прибор, предназначенный для исследования (наблюдения, записи, измерения) амплитудных и временных параметров электрического сигнала, подаваемого на его вход, и наглядно отображаемого (визуализации) непосредственно на экране либо регистрируемого на фотоленту. Электрический колебательный процесс изначально фиксировался вручную на бумаге.

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: Оценка 5 ставится, если студент успешно ответил на 3 вопроса билета

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка 4 ставится, если студент успешно ответил на 2 вопроса билета

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка 3 ставится, если студент успешно ответил на 1 вопрос билета

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу