

КГЭУ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «КГЭУ»)

АКТУАЛИЗИРОВАНО  
решением ученого совета ИЭЭ  
протокол № 7 от 24.03.2026

УТВЕРЖДАЮ

И.о. директора института

Электроэнергетики и электроники

\_\_\_\_\_ Р.Р. Гибадуллин

« 26 » марта 2025 г.

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

*Б1.В.ДЭ.02.03.02 Периферийные устройства микроконтроллерных систем*

---

Направление подготовки \_\_\_\_\_ 11.03.04 Электроника и наноэлектроника \_\_\_\_\_

Направленность  
(профиль) \_\_\_\_\_ Программирование и электроника информационных систем \_\_\_\_\_

Квалификация \_\_\_\_\_ Бакалавр \_\_\_\_\_

г. Казань, 2025

Программу разработал:

Наименование кафедры	Должность, уч. степень, уч. звание	ФИО разработчика
Промышленная электроника	Доц., к.ф.-м.н	Семенников А.В.

Согласование	Наименование подразделения	Дата	№ протокола	Подпись
Одобрена	Кафедра - разработчик «Промышленная электроника»	12.02.2025	12	_____ Зав.каф., д.т.н., доц. Иванов Д.А.
Согласована	Выпускающая кафедра «Промышленная электроника»	12.02.2025	12	_____ Зав.каф., д.т.н., доц. Иванов Д.А.
Согласована	Учебно-методический совет института Электроэнергетики и электроники	18.02.2025	6	_____ И.о. директора, к.т.н., доц. Максимов В.В.
Одобрена	Ученый совет института Электроэнергетики и электроники	18.02.2025	8	_____ И.о. директора, к.т.н., доц. Максимов В.В.

## 1. Цель, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью освоения дисциплины «Периферийные устройства микроконтроллерных систем» является изучение характеристик измерительных преобразователей как основных компонентов систем на базе микроконтроллерного управления, а также знакомство с их принципами функционирования и типовыми конструкциями.

Задачами дисциплины являются:

- формирование комплекса знаний, необходимых для понимания физических принципов работы измерительных преобразователей информационных сигналов, а также принципов построения измерительно-информационных микроконтроллерных систем;
- освоение методик расчета и основ проектирования измерительных устройств различных физических величин;
- формирование умений понимать и использовать функциональные зависимости, основные характеристики и параметры периферийных устройств микроконтроллерных систем;
- формирование умения рассчитывать и обосновывать конкретные технические решения при анализе и синтезе различных типов измерительных преобразователей микроконтроллерных систем.

Компетенции и индикаторы, формируемые у обучающихся:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора
ПК-2 Способен выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования	ПК-2.2 Использует средства автоматизации проектирования приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием
ПК-5 Способен решать задачи по созданию и отладке программного обеспечения для микропроцессорных систем автоматизации и взаимодействия их модулей	ПК-5.2 Умеет разрабатывать протоколы и алгоритмы взаимодействия модулей систем автоматизации

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Предшествующие дисциплины: Физика, Методы анализа и расчета электронных схем, Теория цепей и сигналов.

Последующие дисциплины: Промышленная робототехника, Программирование встраиваемых систем.

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1. Структура дисциплины

Для очной формы обучения

Вид учебной работы	Всего ЗЕ	Всего часов	Семестр
			7
<b>ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	<b>6</b>	<b>216</b>	<b>216</b>
КОНТАКТНАЯ РАБОТА*	-	99	99
АУДИТОРНАЯ РАБОТА	2,11	76	76
Лекции	0,83	30	30
Практические (семинарские) занятия	0,83	30	30
Лабораторные работы	0,44	16	16
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ	3,89	140	140
Проработка учебного материала	2,89	104	104
Курсовой проект	-	0	0
Курсовая работа	-	0	0
Подготовка к промежуточной аттестации	1	36	36
Промежуточная аттестация:			Э

#### 3.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и видам занятий

Разделы дисциплины	Всего часов	Распределение трудоемкости по видам учебной работы				Формы и вид контроля	Индексы индикаторов формируемых компетенций
		лекции	лаб. раб.	пр. зан.	сам. раб.		
Раздел 1.	28	8		4	16	ТК1	ПК-2.2.3, ПК-5.2.3
Раздел 2.	72	10	8	12	42	ТК2	ПК-2.2.3, ПК-2.2.У, ПК-2.2.В, ПК-5.2.3, ПК-5.2.У, ПК-5.2.В
Раздел 3.	80	12	8	14	46	ТК3	ПК-2.2.3, ПК-2.2.У, ПК-2.2.В, ПК-5.2.3, ПК-5.2.У, ПК-5.2.В
Экзамен	36				36	ОМ	ПК-2.2.3, ПК-5.2.У, ПК-2.2.3, ПК-5.2.У
<b>ИТОГО</b>	<b>216</b>	<b>30</b>	<b>16</b>	<b>30</b>	<b>140</b>		

#### 3.3. Содержание дисциплины

Номер темы	Краткое содержание
Раздел 1. Измерительные преобразователи. Общие сведения.	
Тема 1.1. Классификация измерительных преобразователей.	Знакомство с различными подходами к классификации и основными видами измерительных преобразователей.
Тема 1.2. Основные характеристики измерительных преобразователей.	Знакомство с основными параметрами измерительных преобразователей.

Раздел 2. Параметрические датчики.	
Тема 2.1. Резистивные, емкостные и индуктивные датчики.	Изучение устройства, основных параметров, особенностей и выполнение расчетов резистивных, емкостных и индуктивных преобразователей.
Тема 2.2. Термочувствительные и магнитоупругие датчики.	Изучение устройства, основных параметров, особенностей и выполнение расчетов термочувствительных и магнитоупругих преобразователей.
Тема 2.3. Измерительные цепи параметрических преобразователей.	Разбор основных видов измерительных цепей, использующихся при измерениях с помощью параметрических датчиков.
Раздел 3. Генераторные датчики.	
Тема 3.1. Пьезоэлектрические и термоэлектрические измерительные преобразователи.	Знакомство с устройством, основными параметрами, особенностями и расчет пьезоэлектрических и термоэлектрических преобразователей.
Тема 3.2. Фотоэлектрические и электромагнитные преобразователи.	Изучение устройства, основных параметров, особенностей и выполнение расчетов фотоэлектрических и электромагнитных преобразователей.
Тема 3.3. Измерительные цепи генераторных преобразователей.	Анализ основных видов измерительных цепей, использующихся при измерениях с помощью генераторных датчиков.
Тема 3.4. Оптоволоконные датчики и измерительные системы.	Изучение параметров и особенностей оптоволоконных датчиков и измерительных систем.
Тема 3.5. Тепловые преобразователи. Датчики механических величин.	Изучение устройства, основных параметров, особенностей и расчет тепловых преобразователей. Изучение датчиков механических величин.

### 3.4. Тематический план практических занятий

Занятия 1-2. Методы расчета погрешностей измерительных преобразователей.

Занятие 3. Расчет параметров резистивных преобразователей.

Занятия 4-5. Расчет параметров емкостных преобразователей.

Занятия 6-7. Расчет электрических параметров термочувствительных датчиков.

Занятие 8. Расчет основных параметров магнитоупругих датчиков.

Занятие 9. Расчет параметров пьезоэлектрических датчиков.

Занятие 10. Расчет параметров термоэлектрических датчиков.

Занятие 11. Расчет параметров фотоэлектрических преобразователей.

Занятия 12-13. Расчет параметров электромагнитных преобразователей.

Занятие 14. Расчет параметров оптического волокна.

Занятие 15. Характеристики тепловых преобразователей.

### 3.5. Тематический план лабораторных работ

Лаб. раб. № 1. Основы работы в среде *Multisim*. Моделирование электрических цепей постоянного и переменного тока.

Лаб. раб. № 2. Изучение принципов работы ЦАП и АЦП в среде *Multisim*.

Лаб. раб. № 3. Изучение реализации ШИМ на микроконтроллере в среде *Multisim*.

Лаб. раб. № 4. Синтез и моделирование работы измерительных преобразователей в среде *Multisim*.

### 3.6. Курсовой проект /курсовая работа

«Данный вид работы не предусмотрен учебным планом».

## 4. Оценивание результатов обучения

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля и промежуточной аттестации, проводимых по балльно-рейтинговой системе (БРС).

Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

Код компетенции	Код индикатора компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Уровень сформированности индикатора компетенции			
			Высокий	Средний	Ниже среднего	Низкий
			от 85 до 100	от 70 до 84	от 55 до 69	от 0 до 54
			Шкала оценивания			
			отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно
			зачтено			не зачтено
ПК-2	ПК-2.2	знать: характеристики, основные параметры и назначение различных видов измерительных преобразователей				
			знает в полном объеме характеристики, основные параметры и назначение различных видов измерительных преобразователей	достаточно хорошо знает характеристики, основные параметры и назначение различных видов измерительных преобразователей	плохо знает характеристики, основные параметры и назначение различных видов измерительных преобразователей	не знает характеристики, основные параметры и назначение различных видов измерительных преобразователей
		уметь: выбирать рациональные и эффективные методы исследования и расчета измерительных преобразователей				
			отлично умеет выбирать рациональные и эффективные методы исследования и расчета измерительных преобразователей	достаточно хорошо умеет выбирать рациональные и эффективные методы исследования и расчета измерительных преобразователей	плохо умеет выбирать рациональные и эффективные методы исследования и расчета измерительных преобразователей	не умеет выбирать рациональные и эффективные методы исследования и расчета измерительных преобразователей
		владеть: навыками теоретического расчета и проектирования различных типов измерительных преобразователей с использованием специализированных средств автоматизации				
			в полной мере владеет навыками теоретического расчета и проектирования различных типов	на хорошем уровне владеет навыками теоретического расчета и проектирования	слабо владеет навыками теоретического расчета и проектирования различных типов	не владеет навыками теоретического расчета и проектирования различных типов

		измерительных преобразователей с использованием специализированных средств автоматизации	различных типов измерительных преобразователей с использованием специализированных средств автоматизации	измерительных преобразователей с использованием специализированных средств автоматизации	измерительных преобразователей с использованием специализированных средств автоматизации	
ПК-5	ПК-5.2	знать: принципы организации взаимодействия компонентов измерительных систем на базе микроконтроллерного управления				
		отлично ориентируется в принципах организации взаимодействия компонентов измерительных систем на базе микроконтроллерного управления	хорошо ориентируется в принципах организации взаимодействия компонентов измерительных систем на базе микроконтроллерного управления	слабо ориентируется в принципах организации взаимодействия компонентов измерительных систем на базе микроконтроллерного управления	не знаком с принципами организации взаимодействия компонентов измерительных систем на базе микроконтроллерного управления	
		уметь: разрабатывать алгоритмы и протоколы взаимодействия модулей измерительных микроконтроллерных систем с применением специализированного ПО				
		отлично умеет разрабатывать алгоритмы и протоколы взаимодействия модулей измерительных микроконтроллерных систем с применением специализированного ПО	достаточно хорошо умеет разрабатывать алгоритмы и протоколы взаимодействия модулей измерительных микроконтроллерных систем с применением специализированного ПО	плохо умеет разрабатывать алгоритмы и протоколы взаимодействия модулей измерительных микроконтроллерных систем с применением специализированного ПО	не умеет разрабатывать алгоритмы и протоколы взаимодействия модулей измерительных микроконтроллерных систем с применением специализированного ПО	
		владеть: навыками создания и отладки программного обеспечения для микроконтроллерных измерительных систем				
		на отличном уровне владеет навыками создания и отладки программного обеспечения для микроконтроллерных измерительных систем	достаточно хорошо владеет навыками создания и отладки программного обеспечения для микроконтроллерных измерительных систем	слабо владеет навыками создания и отладки программного обеспечения для микроконтроллерных измерительных систем	не имеет навыков создания и отладки программного обеспечения для микроконтроллерных измерительных систем	

Оценочные материалы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации приведены в Приложении к рабочей программе дисциплины.

Полный комплект заданий и материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине, хранится на кафедре разработчика.

## 5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 5.1. Учебно-методическое обеспечение

#### 5.1.1. Основная литература

1. Основы измерений. Датчики и электронные приборы: учебник для вузов / К.Б. Клаассен; пер. с англ. Е.В. Воронова, А.Л. Ларина. – 3-е изд. – Долгопрудный: Интеллект, 2008. – 352 с. – Текст: непосредственный.

2. Автоматизация измерений, контроля и испытаний: учебное пособие / М.Г. Шалыгин, Я.А. Вавилин. – 3-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2024. – 172 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/364529>. – ISBN 978-5-507-47370-0. – Текст: электронный.

3. Физические основы получения информации: учебник для вузов / Г.Г. Раннев, В.А. Сурогина, А.П. Тарасенко, И.В. Кулибаба. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Курс, 2018. – 304 с.: цв. ил. – ISBN 978-5-906818-97-3. – Текст: непосредственный.

#### 5.1.2. Дополнительная литература

1. Программирование в интернете вещей: учебное пособие / Л.Б. Филиппова, Р.А. Филиппов, А.С. Сазонова [и др.]. – Москва: Русайнс, 2024. – 174 с. – URL: <https://book.ru/books/951112>. – ISBN 978-5-466-04116-3. – Текст: электронный.

2. Первичные преобразователи информации: учебное пособие / Л.Г. Кулагина. – Казань: КГЭУ, 2009. – 176 с. – 3702. – Текст: непосредственный.

3. Основы теории и практики обработки экспериментальных данных: учебное пособие для вузов / Л.Н. Третьяк, А.Л. Воробьев; под общ. ред. Л.Н. Третьяк. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: Юрайт, 2024. – 237 с. – ISBN 978-5-534-08623-2. – Текст: непосредственный.

### 5.2. Информационное обеспечение

#### 5.2.1. Электронные и интернет-ресурсы

№ п/п	Наименование электронных и интернет-ресурсов	Ссылка
1	Электронно-библиотечная система «Лань»	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
2	Электронно-библиотечная система «ibooks.ru»	<a href="https://ibooks.ru/">https://ibooks.ru/</a>
3	Электронно-библиотечная система «book.ru»	<a href="https://www.book.ru/">https://www.book.ru/</a>
4	Энциклопедии, словари, справочники	<a href="http://www.rubricon.com">http://www.rubricon.com</a>
5	Портал "Открытое образование"	<a href="http://npoed.ru">http://npoed.ru</a>

#### 5.2.2. Профессиональные базы данных / Информационно-справочные системы

№ п/п	Наименование профессиональных баз данных	Адрес	Режим доступа
1	Российская национальная библиотека	<a href="http://nlr.ru/">http://nlr.ru/</a>	<a href="http://nlr.ru/">http://nlr.ru/</a>

2	Единое окно доступа к образовательным ресурсам	<a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>	<a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
3	Web of Science	<a href="https://webofknowledge.com/">https://webofknowledge.com/</a>	<a href="https://webofknowledge.com/">https://webofknowledge.com/</a>
4	Scopus	<a href="https://www.scopus.com">https://www.scopus.com</a>	<a href="https://www.scopus.com">https://www.scopus.com</a>
5	КиберЛенинка	<a href="https://cyberleninka.ru/">https://cyberleninka.ru/</a>	<a href="https://cyberleninka.ru/">https://cyberleninka.ru/</a>
6	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>
7	Национальная электронная библиотека (НЭБ)	<a href="https://rusneb.ru/">https://rusneb.ru/</a>	<a href="https://rusneb.ru/">https://rusneb.ru/</a>
8	Техническая библиотека	<a href="http://techlibrary.ru">http://techlibrary.ru</a>	<a href="http://techlibrary.ru">http://techlibrary.ru</a>
9	IEEE Xplore	<a href="http://www.ieeexplore.ieee.org">www.ieeexplore.ieee.org</a>	<a href="http://www.ieeexplore.ieee.org">www.ieeexplore.ieee.org</a>
10	Springer	<a href="http://www.springer.com">www.springer.com</a>	<a href="http://www.springer.com">www.springer.com</a>
11	«Консультант плюс»	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>

### 5.2.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение дисциплины

№ п/п	Наименование программного обеспечения	Описание
1	Windows 10 Домашняя / Pro / Для образовательных учреждений	Пользовательская операционная система
2	Windows 7 Профессиональная (Pro)	Пользовательская операционная система
3	Браузер Chrome	Система поиска информации в сети интернет
4	Office Standard 2007 Russian OLP NL AcademicEdition+	Пакет программных продуктов, содержащий в себе необходимые офисные программы
5	MS Office 2010 Russian OLP NL	Пакет программных продуктов, содержащий в себе необходимые офисные программы
6	OpenOffice	Пакет офисных приложений
7	Adobe Acrobat	Пакет программ для создания и просмотра файлов формата PDF
8	LMS Moodle	ПО для эффективного онлайн-взаимодействия преподавателя и студента

## 6. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Наименование вида учебной работы	Наименование учебной аудитории, специализированной лаборатории	Перечень необходимого оборудования и технических средств обучения
Лекции	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа	Специализированная учебная мебель, технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), демонстрационное оборудование, учебно-наглядные пособия.
Практические занятия	Учебная аудитория А-401 «Лаборатория электроники и схемотехники» для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Специализированная учебная мебель, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер, экран).
Лабораторные работы	Учебная лаборатория «Лаборатория автоматизированного анализа электронных схем. Дисплейный класс». Компьютерный класс с выходом в Интернет А-405	Специализированная учебная мебель, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (21 шт.), коммутационный шкаф для усилителя-микшера с установкой Веллес, интерактивная доска, проектор, экран), лицензионное программное обеспечение.
	Учебная лаборатория «Лаборатория основ электроники. Дисплейный класс». Компьютерный класс с выходом в Интернет А-410	Специализированная учебная мебель на 29 посадочных мест, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (16 шт.), видеокамеры, программное обеспечение.
Самостоятельная работа	Компьютерный класс с выходом в Интернет В-600а	Специализированная учебная мебель на 30 посадочных мест, 30 компьютеров, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), видеокамеры, программное обеспечение.
	Читальный зал библиотеки	Специализированная мебель, компьютерная техника с возможностью выхода в Интернет и обеспечением доступа в ЭИОС, экран, мультимедийный проектор, программное обеспечение.

## 7. Особенности организации образовательной деятельности для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Лица с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) и инвалиды имеют возможность беспрепятственно перемещаться из одного учебно-лабораторного

корпуса в другой, подняться на все этажи учебно-лабораторных корпусов, заниматься в учебных и иных помещениях с учетом особенностей психофизического развития и состояния здоровья.

Для обучения лиц с ОВЗ и инвалидов, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, обеспечены условия беспрепятственного доступа во все учебные помещения. Информация о специальных условиях, созданных для обучающихся с ОВЗ и инвалидов, размещена на сайте университета [www/kgeu.ru](http://www/kgeu.ru). Имеется возможность оказания технической помощи ассистентом, а также услуг сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушенным слухом справочного, учебного материала по дисциплине обеспечиваются следующие условия:

- для лучшей ориентации в аудитории, применяются сигналы оповещения о начале и конце занятия (слово «звонок» пишется на доске);
- внимание слабослышащего обучающегося привлекается педагогом жестом (на плечо кладется рука, осуществляется нерезкое похлопывание);
- разговаривая с обучающимся, педагогический работник смотрит на него, говорит ясно, короткими предложениями, обеспечивая возможность чтения по губам.

Компенсация затруднений речевого и интеллектуального развития слабослышащих обучающихся проводится путем:

- использования схем, диаграмм, рисунков, компьютерных презентаций с гиперссылками, комментирующими отдельные компоненты изображения;
- регулярного применения упражнений на графическое выделение существенных признаков предметов и явлений;
- обеспечения возможности для обучающегося получить адресную консультацию по электронной почте по мере необходимости.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушениями зрения справочного, учебного, просветительского материала, предусмотренного образовательной программой по выбранному направлению подготовки, обеспечиваются следующие условия:

- ведется адаптация официального сайта в сети Интернет с учетом особых потребностей инвалидов по зрению, обеспечивается наличие крупношрифтовой справочной информации о расписании учебных занятий;
- педагогический работник, его собеседник (при необходимости), присутствующие на занятии, представляются обучающимся, при этом каждый раз называется тот, к кому педагогический работник обращается;
- действия, жесты, перемещения педагогического работника коротко и ясно комментируются;
- печатная информация предоставляется крупным шрифтом (от 18 пунктов), тотально озвучивается;
- обеспечивается необходимый уровень освещенности помещений;
- предоставляется возможность использовать компьютеры во время занятий и право записи объяснений на диктофон (по желанию обучающихся).

Форма проведения текущей и промежуточной аттестации для

обучающихся с ОВЗ и инвалидов определяется педагогическим работником в соответствии с учебным планом. При необходимости обучающемуся с ОВЗ, инвалиду с учетом их индивидуальных психофизических особенностей дается возможность пройти промежуточную аттестацию устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п., либо предоставляется дополнительное время для подготовки ответа.

## **8. Методические рекомендации для преподавателей по организации воспитательной работы с обучающимися.**

Методическое обеспечение процесса воспитания обучающихся выступает одним из определяющих факторов высокого качества образования. Преподаватель вуза, демонстрируя высокий профессионализм, эрудицию, четкую гражданскую позицию, самодисциплину, творческий подход в решении профессиональных задач, в ходе образовательного процесса способствует формированию гармоничной личности.

При реализации дисциплины преподаватель может использовать следующие методы воспитательной работы:

- методы формирования сознания личности (беседа, диспут, внушение, инструктаж, контроль, объяснение, пример, самоконтроль, рассказ, совет, убеждение и др.);

- методы организации деятельности и формирования опыта поведения (задание, общественное мнение, педагогическое требование, поручение, приучение, создание воспитывающих ситуаций, тренинг, упражнение, и др.);

- методы мотивации деятельности и поведения (одобрение, поощрение социальной активности, порицание, создание ситуаций успеха, создание ситуаций для эмоционально-нравственных переживаний, соревнование и др.)

При реализации дисциплины преподаватель должен учитывать следующие направления воспитательной деятельности:

*Гражданское и патриотическое воспитание:*

- формирование у обучающихся целостного мировоззрения, российской идентичности, уважения к своей семье, обществу, государству, принятым в семье и обществе духовно-нравственным и социокультурным ценностям, к национальному, культурному и историческому наследию, формирование стремления к его сохранению и развитию;

- формирование у обучающихся активной гражданской позиции, основанной на традиционных культурных, духовных и нравственных ценностях российского общества, для повышения способности ответственно реализовывать свои конституционные права и обязанности;

- развитие правовой и политической культуры обучающихся, расширение конструктивного участия в принятии решений, затрагивающих их права и интересы, в том числе в различных формах самоорганизации, самоуправления, общественно-значимой деятельности;

- формирование мотивов, нравственных и смысловых установок личности, позволяющих противостоять экстремизму, ксенофобии, дискриминации по социальным, религиозным, расовым, национальным

признакам, межэтнической и межконфессиональной нетерпимости, другим негативным социальным явлениям.

*Духовно-нравственное воспитание:*

- воспитание чувства достоинства, чести и честности, совестливости, уважения к родителям, учителям, людям старшего поколения;

- формирование принципов коллективизма и солидарности, духа милосердия и сострадания, привычки заботиться о людях, находящихся в трудной жизненной ситуации;

- формирование солидарности и чувства социальной ответственности по отношению к людям с ограниченными возможностями здоровья, преодоление психологических барьеров по отношению к людям с ограниченными возможностями;

- формирование эмоционально насыщенного и духовно возвышенного отношения к миру, способности и умения передавать другим свой эстетический опыт.

*Культурно-просветительское воспитание:*

- формирование эстетической картины мира;

- формирование уважения к культурным ценностям родного города, края, страны;

- повышение познавательной активности обучающихся.

*Научно-образовательное воспитание:*

- формирование у обучающихся научного мировоззрения;

- формирование умения получать знания;

- формирование навыков анализа и синтеза информации, в том числе в профессиональной области.

### Вносимые изменения и утверждения на новый учебный год

№ п/п	№ раздела внесения изменений	Дата внесения изменений	Содержание изменений	«Согласовано» Зав. каф. реализующей дисциплину	«Согласовано» председатель УМК института (факультета), в состав которого входит
1	2	3	4	5	6
1	Титульный лист	24.03.2025	Изменена ФИО и.о. директора института электроэнергетики и электроники	Иванов Д.А.	Гибадуллин Р.Р.
2					
3					

*Приложение к рабочей  
программе дисциплины*



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «КГУ»)

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
по дисциплине**

*Периферийные устройства микроконтроллерных систем*

---

Направление подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника

Направленность  
(профиль) Программирование и электроника информационных систем

Квалификация Бакалавр

г. Казань, 2025

Оценочные материалы по дисциплине «Периферийные устройства микроконтроллерных систем», предназначены для оценивания результатов обучения на соответствие индикаторам достижения компетенций.

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля (ТК) и промежуточной аттестации, проводимых по балльно-рейтинговой системе (БРС).

## 1. Технологическая карта

Семестр 7

Наименование раздела	Формы и вид контроля	Рейтинговые показатели							
		I текущий контроль	Дополнительные баллы к ТК1	II текущий контроль	Дополнительные баллы к ТК2	III текущий контроль	Дополнительные баллы к ТК3	Итого	Промежуточная аттестация
<b>Раздел 1. «Измерительные преобразователи. Общие сведения»</b>	<b>ТК1</b>	<b>10</b>	<b>0-5</b>					<b>10-15</b>	<b>10-15</b>
Практическое задание		5							
Тест		5							
Мультимедийная презентация			2						
Конспектирование			1						
Тест (дополнительный)			2						
<b>Раздел 2. «Параметрические датчики»</b>	<b>ТК2</b>			<b>15</b>	<b>0-5</b>			<b>15-20</b>	<b>15-20</b>
Практическое задание				4					
Защита лабораторной работы				4					
Тест				3					
Контрольная работа				4					
Мультимедийная презентация					2				
Конспектирование					1				
Тест (дополнительный)					2				
<b>Раздел 3. «Генераторные датчики»</b>	<b>ТК3</b>					<b>15</b>	<b>0-5</b>	<b>15-20</b>	<b>15-20</b>
Практическое задание						4			
Защита лабораторной работы						4			
Тест						3			
Контрольная работа						4			
Мультимедийная презентация							2		
Конспектирование							1		
Тест (дополнительный)							2		
<b>Промежуточная аттестация (экзамен)</b>	<b>ОМ</b>								<b>0-45</b>

Задание промежуточной аттестации (задача)									0-15
В письменной форме по билетам (теория)									0-30

## 2. Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации

### Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

Код компетенции	Код индикатора компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Уровень сформированности индикатора компетенции			
			Высокий	Средний	Ниже среднего	Низкий
			от 85 до 100	от 70 до 84	от 55 до 69	от 0 до 54
			Шкала оценивания			
			отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно
			зачтено			не зачтено
ПК-2	ПК-2.2	знать: характеристики, основные параметры и назначение различных видов измерительных преобразователей	знает в полном объеме характеристики, основные параметры и назначение различных видов измерительных преобразователей	достаточно хорошо знает характеристики, основные параметры и назначение различных видов измерительных преобразователей	плохо знает характеристики, основные параметры и назначение различных видов измерительных преобразователей	не знает характеристики, основные параметры и назначение различных видов измерительных преобразователей
		уметь: выбирать рациональные и эффективные методы исследования и расчета измерительных преобразователей	отлично умеет выбирать рациональные и эффективные методы исследования и расчета измерительных преобразователей	достаточно хорошо умеет выбирать рациональные и эффективные методы исследования и расчета измерительных преобразователей	плохо умеет выбирать рациональные и эффективные методы исследования и расчета измерительных преобразователей	не умеет выбирать рациональные и эффективные методы исследования и расчета измерительных преобразователей
		владеть: навыками теоретического расчета и проектирования различных типов измерительных преобразователей с использованием специализированных средств автоматизации	в полной мере владеет навыками теоретического расчета и проектирования различных типов измерительных преобразователей с использованием специализированных средств автоматизации	на хорошем уровне владеет навыками теоретического расчета и проектирования различных типов измерительных преобразователей с использованием специализированных средств автоматизации	слабо владеет навыками теоретического расчета и проектирования различных типов измерительных преобразователей с использованием специализированных средств автоматизации	не владеет навыками теоретического расчета и проектирования различных типов измерительных преобразователей с использованием специализированных средств автоматизации

ПК-5	ПК-5.2	знать: принципы организации взаимодействия компонентов измерительных систем на базе микроконтроллерного управления				
			отлично ориентируется в принципах организации взаимодействия компонентов измерительных систем на базе микроконтроллерного управления	хорошо ориентируется в принципах организации взаимодействия компонентов измерительных систем на базе микроконтроллерного управления	слабо ориентируется в принципах организации взаимодействия компонентов измерительных систем на базе микроконтроллерного управления	не знаком с принципами организации взаимодействия компонентов измерительных систем на базе микроконтроллерного управления
		уметь: разрабатывать алгоритмы и протоколы взаимодействия модулей измерительных микроконтроллерных систем с применением специализированного ПО				
			отлично умеет разрабатывать алгоритмы и протоколы взаимодействия модулей измерительных микроконтроллерных систем с применением специализированного ПО	достаточно хорошо умеет разрабатывать алгоритмы и протоколы взаимодействия модулей измерительных микроконтроллерных систем с применением специализированного ПО	плохо умеет разрабатывать алгоритмы и протоколы взаимодействия модулей измерительных микроконтроллерных систем с применением специализированного ПО	не умеет разрабатывать алгоритмы и протоколы взаимодействия модулей измерительных микроконтроллерных систем с применением специализированного ПО
		владеть: навыками создания и отладки программного обеспечения для микроконтроллерных измерительных систем				
			на отличном уровне владеет навыками создания и отладки программного обеспечения для микроконтроллерных измерительных систем	достаточно хорошо владеет навыками создания и отладки программного обеспечения для микроконтроллерных измерительных систем	слабо владеет навыками создания и отладки программного обеспечения для микроконтроллерных измерительных систем	не имеет навыков создания и отладки программного обеспечения для микроконтроллерных измерительных систем

Оценка **«отлично»** выставляется за полностью правильно выполненные задания практических и лабораторных занятий, контрольных работ и тестов; глубокое понимание методов теоретического расчета основных параметров измерительных преобразователей; отличные знания принципов организации взаимодействия компонентов измерительных систем, а также умения разрабатывать алгоритмы и протоколы взаимодействия модулей таких систем с применением специализированного ПО; выдающиеся способности выбора рациональных и эффективных методов исследования и проектирования различных типов измерительных преобразователей с использованием специализированных средств автоматизации; полные и содержательные ответы на вопросы экзаменационного билета.

Оценка **«хорошо»** выставляется при 80% верно выполненных заданий практических и лабораторных занятий, контрольных работ и тестов; хорошее понимание методов теоретического расчета основных параметров измерительных преобразователей; хорошие знания принципов организации взаимодействия компонентов измерительных систем, а также умения разрабатывать алгоритмы и протоколы взаимодействия модулей таких систем с применением специализированного ПО; хорошие способности выбора рациональных и эффективных методов исследования и проектирования различных типов измерительных преобразователей с использованием специализированных средств автоматизации; достаточно полные и содержательные ответы на вопросы экзаменационного билета.

Оценка **«удовлетворительно»** выставляется при 60% верно выполненных заданий практических и лабораторных занятий, контрольных работ и тестов; среднее понимание методов теоретического расчета основных параметров измерительных преобразователей; посредственные знания принципов организации взаимодействия компонентов измерительных систем, а также умения разрабатывать алгоритмы и протоколы взаимодействия модулей таких систем с применением специализированного ПО; средние способности выбора рациональных и эффективных методов исследования и проектирования различных типов измерительных преобразователей с использованием специализированных средств автоматизации; удовлетворительные ответы на вопросы экзаменационного билета.

Оценка **«неудовлетворительно»** выставляется за слабое и неполное выполнение заданий практических и лабораторных занятий, контрольных работ и тестов; отсутствие понимания методов теоретического расчета основных параметров измерительных преобразователей; отсутствие знания принципов организации взаимодействия компонентов измерительных систем, а также умения разрабатывать алгоритмы и протоколы взаимодействия модулей таких систем с применением специализированного ПО; отсутствие навыков выбора рациональных и эффективных методов исследования и проектирования различных типов измерительных преобразователей с использованием специализированных средств автоматизации; неправильные или отсутствующие ответы на вопросы экзаменационного билета.

### **3. Перечень оценочных средств**

Краткая характеристика оценочных средств, используемых при текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося по дисциплине:

Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Описание оценочного средства
Контрольная работа (КнТР)	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу	Комплект контрольных заданий по вариантам
Конспектирование учебного материала	Краткое текстовое представление переработанной информации	Перечень разделов
Мультимедийная презентация (МП)	Представление содержания учебного материала с использованием мультимедийных технологий	Тематика презентаций
Отчет по лабораторной работе (ОЛР)	Выполнение лабораторной работы, обработка результатов испытаний, измерений, эксперимента. Оформление отчета, защита результатов лабораторной работы по отчету	Перечень заданий и вопросов для защиты лабораторной работы, перечень требований к отчету
Практическое задание (ПЗ)	Средство оценки умения применять полученные теоретические знания в практической ситуации. Задание направлено на оценивание компетенций по дисциплине, содержит четкую инструкцию по выполнению или алгоритм действий	Комплект задач и заданий
Тест (Тест)	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося	Комплект тестовых заданий

#### **4. Перечень контрольных заданий или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины**

##### **Для текущего контроля ТК1:**

Проверяемые компетенции: ПК-2 Способен выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования (ПК-2.2 Использует средства автоматизации проектирования приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием); ПК-5 Способен решать задачи по созданию и отладке программного обеспечения для микропроцессорных систем автоматизации и взаимодействия их модулей (ПК-5.2 Умеет разрабатывать протоколы и алгоритмы взаимодействия модулей систем автоматизации).

## Практическое задание

Примеры практических заданий:

### Задача 1

При поверке концевой меры длины номинального размера 100 мм получено значение 100,0006 мм. Определите абсолютную и относительную погрешности меры.

### Задача 2

Температура в масляном термостате измеряется образцовым палочным стеклянным термометром и поверяемым парогазовым термометром. Первый показал 111 °С, а второй 110 °С. Определите истинное (действительное) значение температуры, абсолютную погрешность поверяемого прибора, поправку к его показаниям и оцените относительную погрешность термометра.

### Задача 3

Пользуясь правилами округления, запишите результаты измерений 148935 м; 575,4555 м; 575,450 м; 575,55 м; 325,6798, если первая из заменяемых цифр является пятой по счету (слева направо).

### Задача 4

Отсчет по шкале прибора с равномерной шкалой и с пределами измерений от 0 В до 50 В равен 25 В. Оценить пределы допускаемой абсолютной погрешности этого отсчёта для приборов следующих классов точности: а) 0,02/0,01; б) 0,5; в) 0,5

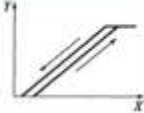
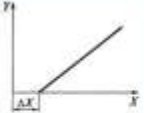
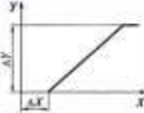

### Задача 5

По приведенной погрешности определить класс точности миллиамперметра, который необходим для измерения тока от 0,1 мА до 0,5 мА (относительная погрешность измерения не должна превышать 1%).

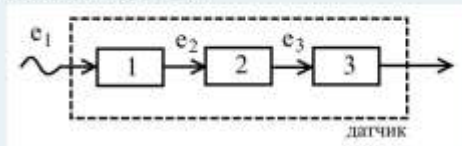
## Тест

Примеры тестовых заданий:

Установите верное соответствие между графическим изображением и описанием статических характеристик измерительных датчиков

	<input type="text" value="Выберите..."/>
	<input type="text" value="Выберите..."/>
	<input type="text" value="Выберите..."/>
	<input type="text" value="Выберите..."/>

На рисунке  $e_1, e_2, e_3$  – это



Выберите один ответ:

- a. составные блоки измерительного преобразователя
- b. виды энергий
- c. нет правильного ответа
- d. коэффициенты, характеризующие величины погрешностей каждого этапа преобразования
- e. коэффициенты, соответствующие порядку каждого блока датчика

Сигнал возбуждения – это

Выберите один ответ:

- a. характеристика, указывающая насколько легко датчик согласовывается с электронной схемой
- b. максимальное отклонение измеряемой величины от ее среднего значения
- c. величина, определяющая наибольшую точность измерений
- d. электрический сигнал, необходимый активному датчику для начала работы
- e. такой интервал времени, по прохождении которого выходной сигнал принимает требуемую величину

Датчики какого порядка характеризуются функцией преобразования вида

$$A \frac{dy}{dt} + By = x(t)$$

Введите только цифру.

Ответ:

Измерение – это

Выберите один ответ:

- a. характеристика свойства тела, которую можно определить количественно
- b. последовательность экспериментальных и вычислительных операций, осуществляемых с целью нахождения физической величины
- c. совокупность операций, необходимых для определения минимальной погрешности измерительного прибора
- d. функциональная зависимость, характеризующая принципы и методы измерений
- e. мера физической величины

Датчики  порядка содержат колеблющиеся элементы и  энергонакопительных элемента (т. е. описываются дифференциальными уравнениями  порядка). (Ответы в текстовом виде)

Структурная схема какого типа измерительной системы представлена на рисунке?



Ответ:

Все измерения делятся на  и косвенные, статические и .

На рисунке представлена классификация измерительных преобразователей по виду входных и выходных величин. Какой из 4 классов является наиболее многочисленным? Введите только цифру.



Ответ:

Изменение физической величины, несущее информацию, кодированную определённым способом - это .

## Мультимедийная презентация (доклад)

Примеры тем презентаций (докладов):

1. Классы точности средств измерений.
2. Статические и динамические измерения физических величин.
3. Основные методы измерения электрических величин.
4. Современные средства измерений.
5. Влияние различных видов погрешностей на результат измерения.
6. Различные подходы к классификации измерительных преобразователей.
7. Физические принципы преобразования.
8. Современные измерительные системы.
9. Структурная схема измерительного преобразователя.
10. Чувствительные элементы измерительных преобразователей.

## Для текущего контроля ТК2:

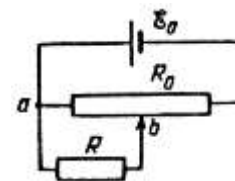
Проверяемые компетенции: ПК-2 Способен выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования (ПК-2.2 Использует средства автоматизации проектирования приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием); ПК-5 Способен решать задачи по созданию и отладке программного обеспечения для микропроцессорных систем автоматизации и взаимодействия их модулей (ПК-5.2 Умеет разрабатывать протоколы и алгоритмы взаимодействия модулей систем автоматизации).

## Практическое задание

Примеры практических заданий:

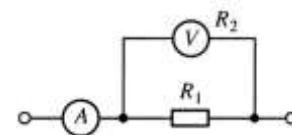
### Задача 1

Цепь с сопротивлением  $R = 10$  кОм питается от потенциометра, имеющего полное сопротивление  $R_0 = 3$  кОм (рисунок). На потенциометр подается ЭДС  $E_0 = 110$  В. Найти напряжение  $U$ , подаваемое в цепь, когда движок  $b$  стоит посередине потенциометра.



### Задача 2

Найти сопротивление проводника  $R_1$  по показаниям амперметра ( $I = 5$  А) и вольтметра ( $U = 100$  В), включенных по схеме, изображенной на рисунке, если сопротивление вольтметра  $R_2 = 2,5$  кОм. Какова будет ошибка в определении  $R_1$ , если, предположив, что  $R_2 \geq R_1$ , при расчетах пренебречь током, текущим через вольтметр?



### Задача 3

Чему равно расстояние между пластинами плоского двухслойного конденсатора, если при разности потенциалов 125 В, заряд на конденсаторе равен 20 нКл? Пространство между пластинами заполнено двумя равными по ширине слоями диэлектрического материала. Относительная диэлектрическая проницаемость первого равна 6, а второго – 4. Площадь пластин равна 250 см<sup>2</sup>.

### Задача 4

Плоский слоистый конденсатор с пластинами 17×17 см состоит из двух слоев: диэлектрической прослойки шириной 4 мм и воздушной прослойки шириной 3 мм. Конденсатор подключен к батарее с ЭДС 300 В. В пространство между пластинами вместо воздушной прослойки вдвигают с постоянной скоростью 5 мм/с диэлектрическую пластинку толщиной 3 мм. Найдите силу тока в цепи. Диэлектрическая проницаемость первого слоя конденсатора равна 6, а вдвигаемой пластинки – 8.

### Задача 5

Чему равно расстояние между пластинами плоского двухслойного воздушного конденсатора, если при разности потенциалов 25 В, заряд на конденсаторе равен 30 нКл? Площадь пластин равна 100 см<sup>2</sup>.

## Отчет по лабораторной работе 1 «Основы работы в среде Multisim. Моделирование электрических цепей постоянного и переменного тока»

### Перечень заданий и вопросов для защиты лабораторной работы:

1. Расскажите об этапах моделирования схем в среде Multisim.
2. Опишите работу резистивного делителя напряжения в среде Multisim.
3. Опишите работу резистивного делителя тока в среде Multisim.
4. Каким образом можно разместить необходимый компонент на рабочем поле?
5. Как задать параметры элемента?
6. Каким образом можно подключить вывод компонента к проводнику?
7. Каким образом разорвать соединение?

8. Назовите элемент для образования в схеме узла соединения.
9. Как задать цвет проводника и сигнала?
10. Что такое подсхема, для чего она нужна, и как ее создать?
11. Как осуществлять измерения с помощью осциллографа?
12. Как осуществлять измерения с помощью мультиметра?

### ***Перечень требований к отчету***

Лабораторная работа выполняется на компьютере в программной среде *Multisim* согласно методическим указаниям о выполнении лабораторной работы.

Отчёт по лабораторной работе оформляется индивидуально каждым студентом, выполнившим необходимые эксперименты (независимо от того, выполнялся ли эксперимент индивидуально или в составе группы студентов). Страницы отчёта следует пронумеровать (титульный лист не нумеруется, далее идет страница 2 и т.д.).

Титульный лист отчёта должен содержать фразу: «Отчёт по лабораторной работе «Название работы» по дисциплине «Название дисциплины», чуть ниже: Выполнил студент группы (номер группы) (Фамилия, инициалы)». Внизу листа следует указать текущий год.

Отчёт должен содержать следующие основные разделы:

1. Цель работы.
2. Теоретическая часть.
3. Анализируемые схемы.
4. Результаты (таблицы экспериментальных данных, графики, скриншоты схем и диаграмм).
5. Выводы (основные приобретённые знания о предмете исследования).

## **Отчет по лабораторной работе 2 «Изучение принципов работы ЦАП и АЦП в среде *Multisim*»**

### ***Перечень заданий и вопросов для защиты лабораторной работы:***

1. Приведите примеры реализации последовательных ЦАП.
2. Назовите достоинства и недостатки ЦАП с последовательным интерфейсом.
3. Назовите достоинства и недостатки ЦАП с параллельным интерфейсом.
4. Приведите основные параметры ЦАП.
5. Какими параметрами определяется точность преобразования ЦАП?
6. Как определяется абсолютная разрешающая способность ЦАП при известном опорном напряжении и разрядности?
7. Почему возникают переходные процессы на выходе ЦАП?
8. Приведите примеры использования АЦП.
9. Дайте определение разрешающей способности АЦП.
10. Как определяется частота дискретизации аналогового сигнала?
11. В каких случаях используется двуполярное опорное напряжение?
12. Как производится квантование аналогового сигнала по уровню?

13. Как определяется цифровой код АЦП при известном входном аналоговом сигнале и заданных опорных напряжениях?

14. Чем отличается принцип работы АЦП последовательного счета от АЦП последовательного приближения?

15. В чем отличие принципов работы параллельных АЦП от принципов работы последовательных АЦП?

16. Для чего в структуре АЦП необходимо использовать устройство выборки и хранения?

17. Как определяется относительная точность преобразования АЦП?

### ***Перечень требований к отчету***

Лабораторная работа выполняется на компьютере в программной среде *Multisim* согласно методическим указаниям о выполнении лабораторной работы.

Отчёт по лабораторной работе оформляется индивидуально каждым студентом, выполнившим необходимые эксперименты (независимо от того, выполнялся ли эксперимент индивидуально или в составе группы студентов). Страницы отчёта следует пронумеровать (титульный лист не нумеруется, далее идет страница 2 и т.д.).

Титульный лист отчёта должен содержать фразу: «Отчёт по лабораторной работе «Название работы» по дисциплине «Название дисциплины», чуть ниже: Выполнил студент группы (номер группы) (Фамилия, инициалы)». Внизу листа следует указать текущий год.

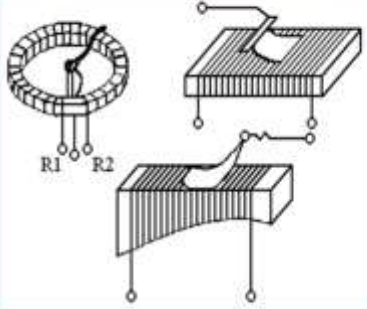
Отчёт должен содержать следующие основные разделы:

1. Цель работы.
2. Теоретическая часть.
3. Анализируемые схемы.
4. Результаты (таблицы экспериментальных данных, графики, скриншоты схем и диаграмм).
5. Выводы (основные приобретённые знания о предмете исследования).

### **Тест**

Примеры тестовых заданий:

На рисунке представлены конструкции резистивных параметрических преобразователей. К какому классу они относятся?



Ответ:

Резисторы преобразуют электрическую энергию в

К какому виду датчиков можно отнести датчик АБС, конструкция которого представлена на рисунке?

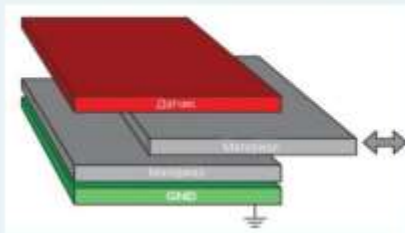


Выберите один ответ:

- индуктивный
- тензочувствительный
- емкостный
- резистивный
- фотозлектрический

Катушки индуктивности хорошо проводят \_\_\_\_\_ ток, но оказывают сопротивление \_\_\_\_\_ току.

Принцип изменения какого параметра положен в основу работы данного датчика?



Выберите один ответ:

- давления
- сопротивления
- индуктивности
- емкости
- температуры

Магнитоупругие датчики относят к

Выберите один ответ:

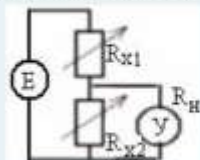
- индуктивным
- тензочувствительным
- индукционным
- фотозлектрическим
- пьезозлектрическим

Чему равна номинальная мощность резистора [Вт], если его УГО на принципиальной схеме содержит две вертикальных черты?



Ответ: \_\_\_\_\_

На рисунке представлена



Выберите один ответ:

- a. нет правильного ответа
- b. цепь резистивного делителя с одним рабочим плечом
- c. цепь резистивного делителя с двумя рабочими плечами
- d. цепь резистивного делителя с тремя рабочими плечами
- e. цепь последовательного включения

УГО и внешний вид какого типа нелинейных резисторов представлены на рисунке?



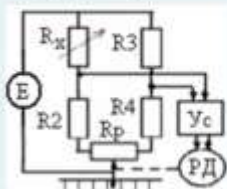
Ответ:

В качестве основного материала при изготовлении металлических тензодатчиков используется

Магнитоупругие индукционные преобразователи чаще всего включаются в мостовые измерительные цепи. В плечо, смежное с измерительным преобразователем, включается такой же преобразователь для компенсации аддитивных погрешностей. Он обычно не нагружается – прибор строится по

 схеме.

На рисунке изображена цепь автоматически уравниваемого моста. Здесь  $U_c$  - это



К достоинствам трансформаторных датчиков можно отнести отсутствие гальванической связи между цепями питания и выходными цепями.

- Верно
- Неверно

## Контрольная работа

Примеры заданий контрольной работы по вариантам:

### Вариант 1

#### Задача 1

Как изменится емкость плоского конденсатора, если между его обкладками будет помещена пластинка из диэлектрического материала с проницаемостью  $\epsilon$ ? Толщина пластинки равна  $1/3$  расстояния между обкладками.

### **Задача 2**

Пластины плоского воздушного конденсатора присоединены к источнику питания с напряжением 350 В. Пластины выполнены в виде прямоугольника со сторонами 20×50 см, расстояние между пластинами равно 0,15 см. Какой ток потечет по проводам при параллельном перемещении одной пластины вдоль длинной стороны другой со скоростью 4 см/с?

### **Задача 3**

Прямоугольные пластины размером 50×80 см плоского слоистого конденсатора подключены к источнику питания с напряжением 570 В. Расстояние между пластинами конденсатора, равное 0,2 см, на 25 % заполнено диэлектрической пластинкой с относительной диэлектрической проницаемостью 4. Какой ток потечет по проводам при параллельном перемещении одной пластины конденсатора вдоль длинной стороны второй пластины со скоростью 5 см/с? При решении сначала вывести формулу для нахождения тока, а затем подставить числовые значения.

## **Вариант 2**

### **Задача 1**

Как изменится емкость плоского конденсатора, если между его обкладками будет помещена пластинка из диэлектрического материала с проницаемостью  $\epsilon$ ? Толщина пластинки равна  $\frac{3}{4}$  расстояния между обкладками.

### **Задача 2**

Пластины плоского воздушного конденсатора присоединены к источнику питания с напряжением 700 В. Пластины выполнены в виде прямоугольника со сторонами 30×75 см, расстояние между пластинами равно 0,07 см. Какой ток потечет по проводам при параллельном перемещении одной пластины вдоль короткой стороны другой со скоростью 5,5 см/с?

### **Задача 3**

Прямоугольные пластины размером 55×65 см плоского слоистого конденсатора подключены к источнику питания с напряжением 440 В. Расстояние между пластинами конденсатора, равное 0,13 см, на  $\frac{1}{5}$  заполнено диэлектрической пластинкой с относительной диэлектрической проницаемостью 8. Какой ток потечет по проводам при параллельном перемещении одной пластины конденсатора вдоль короткой стороны второй пластины со скоростью 3 см/с? При решении сначала вывести формулу для нахождения тока, а затем подставить числовые значения.

## **Вариант 3**

### **Задача 1**

Как изменится емкость плоского конденсатора, если между его обкладками будет помещена пластинка из диэлектрического материала с проницаемостью  $\epsilon$ ? Толщина пластинки занимает 40 % расстояния между обкладками.

### **Задача 2**

Пластины плоского конденсатора присоединены к источнику питания с напряжением 500 В. Пластины выполнены в виде прямоугольника со сторонами 40×60 см, расстояние между пластинами равно 0,13 см. Какой ток потечет по проводам при параллельном перемещении одной пластины вдоль длинной стороны другой со скоростью 7 см/с? Относительная диэлектрическая проницаемость материала, полностью заполняющего пространство между пластинами, равна 6.

### **Задача 3**

Прямоугольные пластины размером 40×80 см плоского слоистого конденсатора подключены к источнику питания с напряжением 520 В. Расстояние между пластинами конденсатора, равное 0,08 см, на 3/5 заполнено диэлектрической пластинкой с относительной диэлектрической проницаемостью 6. Какой ток потечет по проводам при параллельном перемещении одной пластины конденсатора вдоль длинной стороны второй пластины со скоростью 4,5 см/с? При решении сначала вывести формулу для нахождения тока, а затем подставить числовые значения.

### **Мультимедийная презентация (доклад)**

Примеры тем презентаций (докладов):

1. Параметры и особенности резистивных измерительных преобразователей.
2. Параметры и особенности емкостных измерительных преобразователей.
3. Параметры и особенности индуктивных измерительных преобразователей.
4. Устройство термочувствительных преобразователей. Основные характеристики.
5. Применение магнитоупругих преобразователей.
6. Измерительные цепи параметрических преобразователей. Примеры, особенности.
7. Многопроводные линии связи как способ уменьшения погрешностей измерительных цепей.
8. Основные механизмы передачи тепла.
9. Автоматически уравниваемые мостовые цепи включения измерительных преобразователей.
10. Измерительные цепи с делителем напряжения и тока.

### **Для текущего контроля ТКЗ:**

Проверяемые компетенции: ПК-2 Способен выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования (ПК-2.2 Использует средства автоматизации проектирования приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим

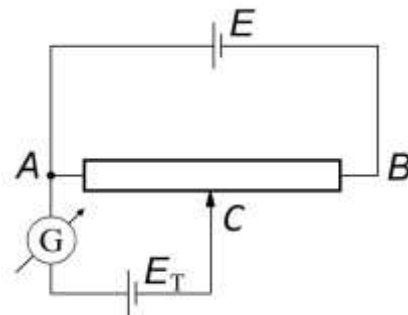
заданием); ПК-5 Способен решать задачи по созданию и отладке программного обеспечения для микропроцессорных систем автоматизации и взаимодействия их модулей (ПК-5.2 Умеет разрабатывать протоколы и алгоритмы взаимодействия модулей систем автоматизации).

### Практическое задание

Примеры практических заданий:

#### Задача 1

Термопара железо-константан и соединенный последовательно с нею гальванометр  $G$  включены между точкой  $A$  и движком  $C$  потенциометра  $AB$  (см. рис.). К зажимам  $A$  и  $B$  потенциометра подключен аккумулятор с ЭДС  $E = 2$  В. Полное сопротивление потенциометра  $R_{AB} = 10^4$  Ом. Холодный спай термопары находится в сосуде Дьюара с тающим снегом. Какова температура горячего спая термопары, если ток в цепи гальванометра равен нулю при таком положении движка  $C$ , когда сопротивление  $R_{AC} = 132,5$  Ом? Внутренним сопротивлением аккумулятора и сопротивлением проводов пренебречь.



Постоянная термопары железо-константан  $\alpha = 5,3 \cdot 10^{-5}$  В/К.

#### Задача 2

Красная граница фотоэффекта для некоторого металла равна 537 нм. Определить работу выхода электронов из металла и энергию фотонов, сообщаящих фотоэлектронам максимальную скорость  $0,77 \cdot 10^6$  м/с.

#### Задача 3

Работа выхода электрона из калия равна  $3,2 \cdot 10^{-19}$  Дж. Будет ли наблюдаться фотоэффект при освещении калия светом с длиной волны 0,7 мкм?

#### Задача 4

В фотоэлектрическом преобразователе в роли чувствительного элемента выступает металлическая пластина, освещаемая светом с длиной волны 420 нм. Работа выхода электрона с поверхности пластины равна 2 эВ. При какой задерживающей разности потенциалов в данном устройстве прекращается фототок?

#### Задача 5

Обмотка из медного провода электромагнита без нагрузки при температуре  $t = 23$  °С имеет сопротивление  $R_1 = 55$  Ом. А во время работы сопротивление повышается до  $R_2 = 70$  Ом. Температурный коэффициент сопротивления  $\alpha = 4,3 \cdot 10^{-3}$  град<sup>-1</sup>. Определите температуру электромагнита во время работы.

#### Задача 6

Выполните расчет величины затухания оптического сигнала в волоконно-оптической линии связи между двумя населенными пунктами С и D для двух значений длин волн ( $\lambda_1 = 1,31$  мкм,  $\lambda_2 = 1,55$  мкм), если расстояние между

пунктами составляет 174 км. Строительная длина используемого кабеля марки ОКБ-М равна 6 км. Число разъемных соединений на участке между пунктами С-Д равно 12 (по 6 на каждый пункт). Величина максимального энергетического потенциала используемой аппаратуры составляет 25 дБ. Рассчитайте величину затухания сигнала на участке регенерации. Зарисуйте структурную схему участка ВОЛС.

### **Задача 7**

Какую длину при температуре 0 °С должны иметь стальной и медный стержни, чтобы при любой температуре разность их длин  $\Delta l$  составляла 10 см? Температурные коэффициенты линейного расширения для стали и для меди равны соответственно:  $\alpha_c = 1,2 \cdot 10^{-5}$  град<sup>-1</sup>,  $\alpha_m = 1,7 \cdot 10^{-5}$  град<sup>-1</sup>.

## **Отчет по лабораторной работе 3 «Изучение реализации ШИМ на микроконтроллере в среде *Multisim*»**

### ***Перечень заданий и вопросов для защиты лабораторной работы:***

1. Что понимается под широтно-импульсной модуляцией сигнала?
2. Какие виды широтно-импульсной модуляции вам известны? Где они применяются?
3. Как запрограммировать таймер микроконтроллера на режим синхронизации последовательного порта для приема?
4. Как запрограммировать таймер микроконтроллера на режим синхронизации последовательного порта для передачи?
5. Как можно использовать таймер микроконтроллера в режиме захвата?
6. В чем отличие настройки таймера 1 от таймера 2 при использовании для синхронизации последовательного обмена?
7. В чем отличие программно-управляемого режима работы таймера микроконтроллера от режима работы по прерываниям?
8. Поясните назначение битов регистра T2CON.
9. Поясните понятие вектора прерывания.
10. Поясните назначение регистра IE – маски прерываний?
11. Можно ли изменить приоритет прерывания источников запроса?
12. Какие процессы протекают во время формирования фронтов последовательности прямоугольных импульсов?
13. Каким образом можно изменять скважность импульсного напряжения в автогенераторе?

### ***Перечень требований к отчету***

Лабораторная работа выполняется на компьютере в программной среде *Multisim* согласно методическим указаниям о выполнении лабораторной работы.

Отчёт по лабораторной работе оформляется индивидуально каждым студентом, выполнившим необходимые эксперименты (независимо от того, выполнялся ли эксперимент индивидуально или в составе группы студентов). Страницы отчёта следует пронумеровать (титульный лист не нумеруется, далее идет страница 2 и т.д.).

Титульный лист отчёта должен содержать фразу: «Отчёт по лабораторной работе «Название работы» по дисциплине «Название дисциплины», чуть ниже: Выполнил студент группы (номер группы) (Фамилия, инициалы)». Внизу листа следует указать текущий год.

Отчёт должен содержать следующие основные разделы:

1. Цель работы.
2. Теоретическая часть.
3. Анализируемые схемы.
4. Результаты (таблицы экспериментальных данных, графики, скриншоты схем и диаграмм).
5. Выводы (основные приобретённые знания о предмете исследования).

#### **Отчет по лабораторной работе 4 «Синтез и моделирование работы измерительных преобразователей в среде *Multisim*»**

##### ***Перечень заданий и вопросов для защиты лабораторной работы:***

1. Опишите типовые конструкции потенциметрических датчиков.
2. Сформулируйте закон изменения сопротивления потенциметрических датчиков.
3. Расскажите о схемах включения потенциметрических датчиков.
4. Каким образом тензоэффект используется в измерительных преобразователях?
5. Опишите принцип работы и типовую конструкцию тензорезистивного измерительного преобразователя.
6. Какие подходы к классификации датчиков температуры вам известны?
7. Расскажите о достоинствах и недостатках металлопленочных терморезисторов.
8. В каких случаях применяются полупроводниковые датчики температуры?
9. С чем связаны погрешности терморезистивных преобразователей?
10. Опишите типовые конструкции чувствительных элементов терморезистивных датчиков температуры.
11. От чего зависит чувствительность емкостного измерительного преобразователя?
12. Какие измерительные схемы емкостных датчиков вам известны?
13. Опишите схему подключения и режимы работы фотодатчика.

##### ***Перечень требований к отчету***

Лабораторная работа выполняется на компьютере в программной среде *Multisim* согласно методическим указаниям о выполнении лабораторной работы.

Отчёт по лабораторной работе оформляется индивидуально каждым студентом, выполнившим необходимые эксперименты (независимо от того, выполнялся ли эксперимент индивидуально или в составе группы студентов). Страницы отчёта следует пронумеровать (титульный лист не нумеруется, далее идет страница 2 и т.д.).

Титульный лист отчёта должен содержать фразу: «Отчёт по лабораторной работе «Название работы» по дисциплине «Название дисциплины», чуть ниже: Выполнил студент группы (номер группы) (Фамилия, инициалы)». Внизу листа следует указать текущий год.

Отчёт должен содержать следующие основные разделы:

1. Цель работы.
2. Теоретическая часть.
3. Анализируемые схемы.
4. Результаты (таблицы экспериментальных данных, графики, скриншоты схем и диаграмм).
5. Выводы (основные приобретённые знания о предмете исследования).

## Тест

Примеры тестовых заданий:

Установите верное соответствие между структурными схемами и типами оптоволоконных датчиков.

Максимальная мощность в нагрузке  $R_n$  генераторного преобразователя, а значит и максимум эффективности преобразования, достигается при согласовании модулей нагрузки и внутреннего сопротивления преобразователя, т.е. при  $\alpha =$   или  $Z_1 =$    $Z_n$ .

Самым распространенным методом измерений деформаций является...

- электрооптический метод
- тензорезистивный метод
- индуктивный метод
- гальванический метод
- пьезоэлектрический метод

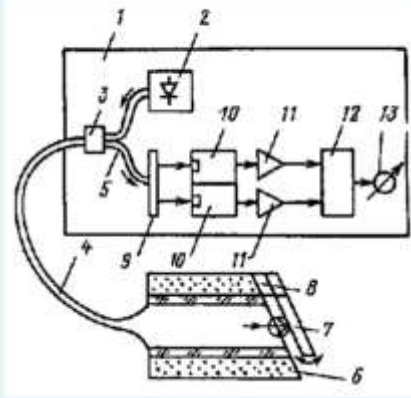
Способность некоторых материалов образовывать электрические заряды на поверхности при приложении механической нагрузки - это .

ЭДС в замкнутом контуре равна:

$$e = -\frac{\partial \Phi}{\partial t} = -\oint_L \frac{\partial(BS)}{\partial t} dl$$

Здесь  $B$  - это .

На рисунке представлена структурная схема оптоволоконного преобразователя. Какой компонент обозначен цифрой 10?



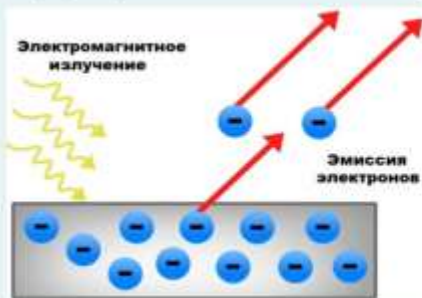
- нет правильного ответа
- фотодиод
- фильтр
- светодиод
- усилитель

Если в замкнутой цепи из двух разнородных термоэлектрических материалов А и В (чаще всего металлов) спаян поддерживаются при различных температурах, то в этой цепи будет протекать ток (возникнет термо-ЭДС). Как называется этот эффект?

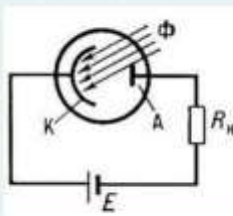
Ответ:

Показателем тепловой инерции терморпары, определяющим ее быстродействие (от миллисекунд до минут), является

На рисунке представлен механизм возникновения  фотоэффекта.

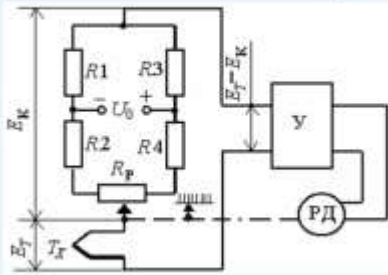


На рисунке представлена цепь, в которую включен фотоэлемент, работающий по принципу  фотоэффекта.



Среди всех типов индукционных преобразователей в отдельный класс можно выделить преобразователи частоты вращения и параметров вибрации -  преобразователи.

На рисунке представлена схема включения термоэлектрического преобразователя в измерительную цепь, называемую цепью с  потенциометром.



Преобразователи, в которых используются одновременно прямой и обратный пьезоэффекты, – это .

## Контрольная работа

Примеры заданий контрольной работы по вариантам:

### Вариант 1

#### Задача 1

Термопара с сопротивлением 6 Ом включена в цепь с гальванометром, сопротивление которого равно 4 Ом. Чувствительность гальванометра составляет  $5 \cdot 10^{-2}$  мкА/деление. Какое минимальное изменение температуры позволяет определить это измерительное устройство, если постоянная термопары равна  $5 \cdot 10^{-2}$  мВ/°С

#### Задача 2

Сила тока в цепи, состоящей из термопары с сопротивлением  $R_1 = 4$  Ом и гальванометра с сопротивлением  $R_2 = 80$  Ом, составляет 26 мкА при разности температур спаев  $\Delta T = 50^\circ\text{C}$ . Определите, чему равна постоянная используемой термопары.

### Вариант 2

#### Задача 1

Определите температуру горячего спая термопары «никель-нихром» с постоянной  $\alpha = 0,5 \cdot 10^{-6}$  В/К, подключенной к гальванометру с внутренним сопротивлением  $R = 2$  кОм и чувствительностью  $\gamma = 10^{-8}$  А/деление. Температура холодного спая термопары равна  $15^\circ\text{C}$ , а гальванометр показывает отклонение  $n = 25$  делений.

#### Задача 2

Сила тока в цепи, состоящей из термопары с сопротивлением  $R_1 = 10$  Ом и гальванометра с сопротивлением  $R_2 = 100$  Ом, составляет 15 мкА при разности температур спаев  $\Delta T = 50^\circ\text{C}$ . Определите, чему равна постоянная используемой термопары.

### Вариант 3

#### Задача 1

Какова постоянная термопары «висмут-теллур», если при последовательном включении ее с гальванометром, чувствительностью  $\gamma = 10^{-9}$  А/деление и внутренним сопротивлением  $R = 100$  Ом, минимальная разность температур, которую можно измерить термопарой, составила  $\Delta T = 2 \cdot 10^{-3}$ °С. Сопротивлением термопары пренебречь.

#### Задача 2

Сила тока в цепи, состоящей из термопары с сопротивлением  $R_1 = 20$  Ом и гальванометра с сопротивлением  $R_2 = 330$  Ом, составляет 225 мкА при разности температур спаев  $\Delta T = 50$ °С. Определите, чему равна постоянная используемой термопары.

#### Мультимедийная презентация (доклад)

Примеры тем презентаций (докладов):

1. Параметры и особенности термоэлектрических преобразователей информации.
2. Область применения индукционных преобразователей. Примеры, особенности.
3. Тахометрические преобразователи. Принцип действия, особенности.
4. Индукционные расходомеры.
5. Вихретоковый структуроскоп. Принцип действия.
6. Пьезоэлектрические преобразователи.
7. Фотоэлектрические преобразователи.
8. Солнечные батареи.
9. Гальванические генераторные преобразователи.
10. Классификация термопар. Отличительные особенности.

#### Для промежуточной аттестации:

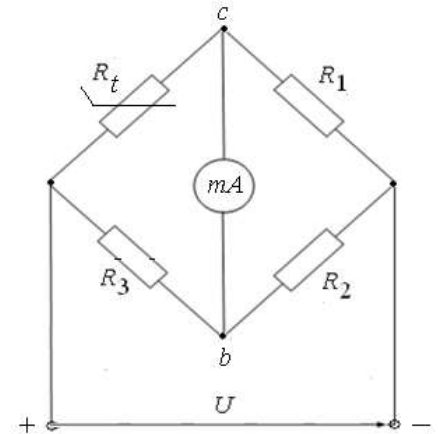
##### Билет 1

1. Что понимается под чувствительным элементом измерительного преобразователя? Приведите примеры.
2. Перечислите и дайте характеристику основным методам измерений.
3. **Задача.** Катушка длиной 20 см имеет 400 витков. Площадь поперечного сечения катушки  $S = 9$  см<sup>2</sup>. Найти индуктивность  $L_1$  катушки. Какова будет индуктивность  $L_2$  катушки, если внутрь нее поместить железный сердечник? Магнитная проницаемость материала сердечника  $\mu = 400$ .

##### Билет 2

1. От чего зависит порядок измерительного преобразователя? Охарактеризуйте датчики нулевого и первого порядка. Приведите примеры.
2. Резистор как компонент измерительного преобразователя. Реостатные датчики: виды, характеристики, особенности.

3. **Задача.** Для измерения температуры в термоэлектрическом датчике применяется неуравновешенный четырехплечий мост, в одно из плеч которого включен медный терморезистор (рисунок). Сопротивление миллиамперметра  $R_A = 50 \text{ Ом}$ , сопротивления плеч  $R_1 = R_2 = R_3 = 150 \text{ Ом}$ , напряжение  $U = 4 \text{ В}$ . Сопротивление терморезистора связано с температурой  $t \text{ }^\circ\text{C}$  зависимостью  $R_t = R_0(1 + 0,00426t)$ , где  $R_0 = 100 \text{ Ом}$  – сопротивление терморезистора при  $0 \text{ }^\circ\text{C}$ . Определите температуру терморезистора, если миллиамперметр показывает ток  $I = 2,5 \text{ мА}$ .



**Билет 3**

1. Какие измерительные преобразователи относятся к параметрическим? Каковы их особенности?

2. Тензочувствительные измерительные преобразователи: виды, характеристики, особенности.

3. **Задача.** Индуктивный датчик представляет собой две катушки, намотанные на один общий сердечник. Индуктивность первой катушки  $L_1 = 0,2 \text{ Гн}$ , а второй –  $L_2 = 0,8 \text{ Гн}$ . Сопротивление второй катушки  $R_2 = 600 \text{ Ом}$ . Какой ток  $I_2$  потечет во второй катушке, если ток  $I_1 = 0,3 \text{ А}$ , текущий в первой катушке, выключить в течение времени  $t = 1 \text{ мс}$ ?

**Билет 4**

1. Погрешности измерительных цепей. Многопроводные линии связи.

2. Волоконно-оптические датчики: классификация, примеры, особенности.

3. **Задача.** Параметры катушки индуктивности в составе магнитоупругого преобразователя измеряются с помощью моста переменного тока (рисунок). Определите значения индуктивности  $L_x$ , сопротивления  $R_n$  и добротности  $Q_x$  преобразователя, если  $R_2 = 100 \text{ Ом}$ ,  $R_3 = 1250 \text{ Ом}$ ,  $R_4 = 250 \text{ Ом}$ ,  $C_0 = 1 \text{ мкФ}$ . Частота питающего напряжения  $f = 1 \text{ кГц}$ .

