

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

**Направление подготовки/специальность: 09.04.01 Информатика и вычислительная техника**

**Наименование образовательной программы: Информационно-аналитические и диагностические интеллектуальные технологии**

**Уровень образования: высшее образование - магистратура**

**Форма обучения: Очная**

**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Физические основы и технологии получения измерительной информации**

**Москва  
2022**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Глушнев В. Д.
	Идентификатор	R12c6ffb5-GlushnevVD-6e9a8b47

(подпись)

В.Д. Глушнев

(расшифровка  
подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Серов Н.А.
	Идентификатор	R708da564-SerovNA-06ab7859

(подпись)

Н.А. Серов

(расшифровка  
подписи)

Заведующий  
выпускающей кафедры

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Желбаков И.Н.
	Идентификатор	R839a3a63-ZhelbakovIN-f73624c

(подпись)

И.Н.

Желбаков

(расшифровка  
подписи)

## ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Оценочные материалы по дисциплине предназначены для оценки: достижения обучающимися запланированных результатов обучения по дисциплине, этапа формирования запланированных компетенций и уровня освоения дисциплины.

Оценочные материалы по дисциплине включают оценочные средства для проведения мероприятий текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Формируемые у обучающегося компетенции:

1. ПК-2 Способен применять фундаментальные научные методы при исследовании, анализе, моделировании и проектировании аналитических информационных систем
- ИД-2 Проводит расчет и проектирование первичных преобразователей, предназначенных для измерения различных физических величин

и включает:

**для текущего контроля успеваемости:**

Форма реализации: Билеты (письменный опрос)

1. Акустические и оптические параметрические методы (Контрольная работа)
2. Электромеханические и электро-акустические измерительные преобразователи (Контрольная работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. Резистивные и термоэлектрические преобразователи температуры (Контрольная работа)

Форма реализации: Проверка задания

1. Анализ метрологических характеристик измерительных преобразователей (ИП), расчет составляющих погрешности ИП (Контрольная работа)

## БРС дисциплины

2 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	4	8	12	16
Общие положения и определения. Классификация методов измерения физических величин					
Физические законы и явления - основа измерительных процедур и принципа действия измерительных преобразователей	+				
Классификация методов измерения по физическим законам, лежащим в основе принципов действия измерительных преобразователей (ИП)	+				
Электрические и электромагнитные методы преобразования неэлектрических величин					
ИП параметрического типа			+		

ИП генераторного типа		+		
Источники погрешностей ИП параметрического и генераторного типов		+		
Электромеханические и электроакустические измерительные преобразователи				
Принцип электромеханических аналогий - основа методов расчета электромеханических преобразователей			+	+
Пьезоэлектрические преобразователи (ПЭП) в измерительных преобразователях параметрического и генераторного типов			+	+
Акустические методы измерения и контроля				
Основы акустики			+	+
Эхолокационные методы измерения			+	+
Оптические методы измерения и контроля				
Преобразователи излучений			+	+
Оптические ИП параметрического типа			+	+
Вес КМ:	15	15	35	35

\$Общая часть/Для промежуточной аттестации\$

## СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

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

Индекс компетенции	Индикатор	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Контрольная точка
ПК-2	ИД-2ПК-2 Проводит расчет и проектирование первичных преобразователей, предназначенных для измерения различных физических величин	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•алгоритмы преобразования измерительной информации в преобразователях физических величин, классификацию и назначение функциональных узлов и устройств информационно-измерительной техники</li> <li>•основные источники научно-технической информации в области измерительных преобразователей</li> <li>•основные физические законы и явления лежащие в основе схемотехники измерительных преобразователей</li> <li>•принципы построения структурных,</li> </ul>	<p>Анализ метрологических характеристик измерительных преобразователей (ИП), расчет составляющих погрешности ИП (Контрольная работа)</p> <p>Резистивные и термоэлектрические преобразователи температуры (Контрольная работа)</p> <p>Электромеханические и электро-акустические измерительные преобразователи (Контрольная работа)</p> <p>Акустические и оптические параметрические методы (Контрольная работа)</p>

		функциональных и принципиальных схем измерительных преобразователей	
--	--	--	--

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

### КМ-1. Анализ метрологических характеристик измерительных преобразователей (ИП), расчет составляющих погрешности ИП

**Формы реализации:** Проверка задания

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 15

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студенты получают индивидуальные задания по исследованию метрологических характеристик ИП, в письменном виде отвечают на теоретические вопросы, оформляют решения задач и сдают преподавателю на проверку

#### Краткое содержание задания:

Вывести функцию преобразования для дифференциально включенных импедансных (резистивных, емкостных, индуктивных) измерительных преобразователей в мостовую схему. Определить источники погрешности преобразования (измерения) импедансных ИП.

#### Контрольные вопросы/задания:

<p>Знать: •алгоритмы преобразования измерительной информации в преобразователях физических величин, классификацию и назначение функциональных узлов и устройств информационно-измерительной техники</p>	<p>1. Особенности включения дифференциальных емкостных и индуктивных ИП в мостовые схемы. С какой целью используются во вторичных измерительных преобразователях фазовые детекторы 2. Определить функцию преобразования мостовой схемы для тензорезисторного ИП при дифференциальном включении тензорезисторов (схема “половина моста”) <math>U_{\text{вых}} = F\left(\frac{\Delta R}{R}\right)</math></p>
<p>Знать: •основные источники научно-технической информации в области измерительных преобразователей</p>	<p>1. Назовите условие равновесия мостовой схемы с дифференциальным включением тензорезисторов (ТНЗР) с включением их по 4-х проводной схеме. 2. Как скомпенсировать разбаланс мостовой схемы при неидентичности параметров ТНЗР и сигнальных проводов? 3. Определить функцию преобразования мостовой схемы для емкостного дифференциального ИП <math>U_{\text{вых}} = F\left(\frac{\Delta l}{l_0}\right)</math></p>

#### Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Задание выполнено без принципиальных ошибок, не искажающие результатов выполнения работы. Соблюдены правила оформления технических расчетов.

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: При выполнении задания допущено не более 2 ошибок. Соблюдены правила оформления технических расчетов.

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: При выполнении задания допущено не более 3 ошибок. Небрежное оформление технических расчетов (оценивается как 1 ошибка).

## КМ-2. Резистивные и термоэлектрические преобразователи температуры

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 15

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студенты получают индивидуальные задания по исследованию метрологических характеристик ИП, в письменном виде отвечают на теоретические вопросы, оформляют решения задач и сдают преподавателю на проверку

### Краткое содержание задания:

Используя стандартную зависимость сопротивления платинового термометра (ПТ) от температуры

1. определить погрешность нелинейности преобразования для заданного диапазона температур;
2. для заданного предельного значения погрешности нелинейности определить алгоритм линеаризации характеристики ПТ.
3. нарисовать функциональную схему четырехканального цифрового преобразователя сопротивления ПТ в температуру.

### Контрольные вопросы/задания:

Знать: •основные физические законы и явления лежащие в основе схемотехники измерительных преобразователей	<ol style="list-style-type: none"><li>1.Что используется в качестве эталона температуры при калибровке и поверке преобразователей температуры?</li><li>2.Почему сопротивление металлических проводника зависит от температуры? (Объясните с позиций классической модели проводимости металлов).</li><li>3.Назовите и объясните физическое явление, лежащее в основе принципа действия термоэлектрических преобразователей.</li><li>4.Почему в замкнутой цепи из разнородных металлов при нагревании одного из спаев возникает электрический ток?</li><li>5.Принцип действия и используемое физическое явления в полупроводниковых преобразователях температуры с p-n переходом</li></ol>
---	--

### Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Ответы и решения задач выполнены без существенных ошибок, не искажающие физические законы и модели физических явлений. Соблюдены правила оформления технических расчетов.

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: При ответе (или решении задач) допущены ошибки (не более 2), которые были исправлены при ответе на дополнительные вопросы. Соблюдены правила оформления технических расчетов.



Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: При ответе (или решении задач) допущены ошибки (не более 2), которые не были исправлены при ответе на дополнительные вопросы. Небрежное оформление технических расчетов.

### КМ-3. Электромеханические и электро-акустические измерительные преобразователи

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

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 35

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студентам выдаются индивидуальные задания с 1-ним теоретическим вопросом и задачей по теме раздела. В процессе выполнения работы студенты в письменном виде отвечают на теоретические вопросы, оформляют решения задач и сдают преподавателю на проверку

#### Краткое содержание задания:

1. Написать и объяснить уравнение прямого пьезоэффекта при бесконечно большом сопротивлении электрической нагрузки. Вывести зависимость выходного напряжения на электродах тонкого пьезоэлемента (используется продольный пьезоэффект) от величины статического сжатия (растяжения).

2. Рассчитать величину деформации и абсолютное смещение граней плоского свободного ПЭ (механический режим короткого замыкания) при подаче на его электроды напряжения 100 В. Параметры ПЭ приведены в таблице

Дл <sub>п</sub> , м	ρ, кг/м <sup>3</sup>	A <sub>0</sub> , м <sup>2</sup>	l <sub>0</sub> , м	m ПЭ, кг	e <sub>33</sub> , Кл/м <sup>2</sup>	c <sub>33</sub> <sup>E</sup> , Па	ε <sub>33</sub> <sup>S</sup> , Ф/м
0.02	7740	0.000314	0.0015	0.003647	14.9	9.3E+10	7.43E-09

Figure 1

#### Контрольные вопросы/задания:

Знать: •принципы построения структурных, функциональных и принципиальных схем измерительных преобразователей	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Уравнения электрических четырехполюсников (формы G и B). Свойства обратимых четырехполюсников.</li><li>2. Статическая электромеханическая модель ПЭ, эквивалентная электрическая схема ПЭ</li><li>3. Что определяет коэффициент электромеханической связи?</li><li>4. Используя заданные параметры эквивалентной схемы пьезоэлемента определите его коэффициент электромеханической трансформации</li><li>5. Используя заданные параметры ПЭ, определите частоту последовательного и параллельного резонансов</li></ol>
--	--

#### Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Ответы и решения задач выполнены без существенных ошибок, не искажающие физические законы и модели физических явлений. Соблюдены правила оформления технических расчетов.

Оценка: 4

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:* При ответе (или решении задач) допущены ошибки (не более 2), которые были исправлены при ответе на дополнительные вопросы. Соблюдены правила оформления технических расчетов.

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:* При ответе (или решении задач) допущены ошибки (не более 2), которые не были исправлены при ответе на дополнительные вопросы. Небрежное оформление технических расчетов.

#### **КМ-4. Акустические и оптические параметрические методы**

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

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС: 35**

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студентам выдаются индивидуальные задания с 1-ним теоретическим вопросом и задачей по теме раздела. В процессе выполнения работы студенты в письменном виде отвечают на теоретические вопросы, оформляют решения задач и сдают преподавателю на проверку

#### **Краткое содержание задания:**

Объяснить принцип действия эхолокационных измерительных преобразователей на одном из указанных примеров:

1. Измерители расстояния и уровня.
2. Допплеровские измерители скорости.
3. Время-импульсные ультразвуковые расходомеры.
4. Оптоволоконные измерители угловой скорости

#### **Контрольные вопросы/задания:**

Знать: •принципы построения структурных, функциональных и принципиальных схем измерительных преобразователей	<ol style="list-style-type: none"><li>1.Какие параметры акустических сигналов могут быть использованы в измерительных преобразователях в качестве информационных? Приведите примеры.</li><li>2.Какие параметры оптических сигналов могут быть использованы в измерительных преобразователях в качестве информационных? Приведите примеры.</li><li>3.Принцип действия ультразвуковых измерителей расстояния</li><li>4.Принцип действия лазерных измерителей скорости (один из вариантов: доплеровский или интерференционный)</li><li>5.Принцип действия ультразвуковых измерителей скорости жидкости или газа.</li></ol>
--	---

#### **Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания:* Ответы и решения задач выполнены без существенных ошибок, не искажающие физические законы и модели физических явлений. Соблюдены правила оформления технических расчетов.

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:* При ответе (или решении задач) допущены ошибки (не более 2), которые были исправлены при ответе на дополнительные вопросы.  
Соблюдены правила оформления технических расчетов.

*Оценка:* 3

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 50

*Описание характеристики выполнения знания:* При ответе (или решении задач) допущены ошибки (не более 2), которые не были исправлены при ответе на дополнительные вопросы.  
Небрежное оформление технических расчетов.

# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

## 2 семестр

### Форма промежуточной аттестации: Зачет с оценкой

#### Пример билета

**Расчет емкостного преобразователя перемещений**

Схема емкостного измерительного преобразователя приведена на рисунке

а) конструкция емкостного дифференциального датчика, б) функциональная схема емкостного ИП, в) эквивалентная схема включения емкостного датчика в мостовую схему.

Задание для расчетов

1. Определить функцию преобразования дифференциального ИПЕ для режима холостого хода ( $R_n \rightarrow \infty$ ) и показать, что эта функция имеет вид:
$$U_{out} = E_0 \frac{\Delta}{I_0}$$
2. Рассчитать значения емкостей для параметров ИПЕ приведенных в таблице 2.1
3. Рассчитать значение выходного сопротивления мостовой схемы ИПЕ
4. Рассчитать значение тока через конденсаторы ИПЕ.
5. Рассчитать значение выходного напряжения ИПЕ для номинального перемещения. Учесть значение входного сопротивления ДУ.
6. Рассчитать коэффициент усиления ДУ, обеспечивающий номинальное значение напряжения на выходе ФД для  $\Delta l = \Delta l_{max}$

Варианты заданий	Площадь электродов $S_{\text{эл}}$ , см <sup>2</sup>	Начальный зазор $l_0$ , мм	$\Delta l_{max}$ , мм	Частота генератора, кГц	Напряжение питания $E_0$ , В	Входное сопротивление усилителя Кох, кОм
№ 1	100	1	0.2	100	2.5	150
№ 2	80	0.75	0.15	200	2	150
№ 3	120	1.25	0.2	100	2	50
№ 4	75	0.8	0.12	200	2.5	75

## Процедура проведения

На 10 учебной недели студенты получают индивидуальное задание на расчет параметров и метрологических характеристик измерительного преобразователя. Выполняют и оформляют расчеты в соответствии с выданным заданием и представляют преподавателю. Преподаватель оценивает правильность расчетов и качество оформления пояснительной записки, при необходимости задает вопросы по теме выданного задания

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

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-2ПК-2 Проводит расчет и проектирование первичных преобразователей, предназначенных для измерения различных физических величин

#### Вопросы, задания

1. Докажите, что индуктивность катушки индуктивности, при постоянной магнитной проницаемости среды, и отсутствии потоков рассеяния, пропорциональна квадрату витков. В каких случаях можно пренебречь потоками рассеяния?
2. Что такое магнитное сопротивление магнитной системы (МС), содержащей катушку индуктивности? Как изменяется магнитное сопротивление МС при изменении в магнитопроводе воздушного зазора?
3. Использование изменений магнитного сопротивления магнитной системы в индуктивных и индукционных измерительных преобразователях.
4. Использование мостовых схем в качестве вторичных измерительных преобразователей импедансных ИП. С какой целью применяются фазовые детекторы в индуктивных и емкостных ИП?

5. Электронные схемы генераторов для включения резонансных ИП (общий принцип построения и пример усилителя, охваченного положительной обратной связью).
6. Пьезоэлектрические преобразователи (ПЭП) генераторного типа, принцип действия ПЭП для измерения давления, силы и ускорения.
7. Эквивалентная электрическая схема для обратимого электромеханического преобразователя. Преобразование механического импеданса в электрический. Коэффициент электромеханической трансформации. Коэффициент электромеханической связи.
8. Принцип действия магнитоэлектрических ИП (на примере магнитоэлектрического акселерометра)
9. Использование фотоэффекта в измерительных преобразователях (на примере следящих систем ориентации и положения объектов)
10. Фотодиоды в измерительных преобразователях лучистой энергии и температуры (пример использования: функциональная схема, принцип действия)
11. Термоэлектрические преобразователи температуры, объяснить эффект термоэлектричества, привести схему подключения к вольтметру. Функция преобразования для типичных термопар. Источники погрешности.
12. Резистивные преобразователи температуры. Методы преобразования сопротивления ПТ в напряжение и цифровой код.

### Материалы для проверки остаточных знаний

1. Что определяет функция преобразования измерительного преобразователя (ИП)?

Ответы:

1. Связь входной величины с выходной величиной ИП
2. Зависимость выходной величины от влияющих величин
3. Зависимость выходной величины (ИП) от входной величины и влияющих величин
4. Зависимость выходной величины от входной величины
5. Зависимость результата преобразования от влияющих величин

Верный ответ: № 3 и № 4

2. С какой целью нормируют метрологические характеристики ИП?

Ответы:

1. Чтобы уменьшить погрешность преобразования ИП
2. Чтобы уменьшить влияние неинформативных параметров входной величины на результат измерения
3. Для расчета неопределенности результата измерения при использовании данного ИП в измерительном приборе
4. Для расчета значений входной величины

Для расчета погрешностей вычислительно-измерительной системы, использующей данный ИП

Верный ответ: № 3, № 4 и № 5

3. Какие из перечисленных ниже характеристик ИП являются метрологическими?

Ответы:

1. Нижний и верхний пределы преобразования входной величины
2. Степень защиты ИП от проникновения пыли и влаги
3. Номинальная статическая функция преобразования ИП
4. Срок службы ИП
5. Предел допускаемой погрешности ИП по входу

Верный ответ: № 1, № 3 и № 5

4. Какие физические законы лежат в основе принципа действия тензорезистивных измерительных преобразователей?

Ответы:

1. 1. Зависимость удельного сопротивления проводников от температуры
2. 2. Зависимость сопротивления проводников от их длины
3. 3. Зависимость удельного сопротивления материала полупроводников от величины деформации
4. 4. Зависимость удельного сопротивления проводников от концентрации носителей тока
5. 5. Зависимость сопротивления изоляции проводников от механических напряжений

Верный ответ: № 2 и № 3

5.С какой целью используются фазовые детекторы в индуктивных и емкостных дифференциальных ИП?

Ответы:

1. Для расширения пределов преобразования входной величины
2. Для повышения точности ИП
3. Для преобразования входной величины с учетом знака ее отклонения от «0» значения.
4. Для повышения надежности работы.
5. Для уменьшения влияния помех на результат преобразования

Верный ответ: № 3 и № 5

6.Назовите основные области применения тензорезисторов

Ответы:

1. Измерение деформаций
2. Измерение давления, силы
3. Измерение температуры
4. Измерение массы
5. Измерение скорости движения
6. Измерение силы тока

Верный ответ: № 1, № 2, № 4

7.На чем основан принцип действия емкостных ИП

Ответы:

1. На зависимости емкости конденсаторов от расстояния между обкладками.
2. На зависимости емкости конденсаторов от приложенного напряжения
3. На зависимости емкости конденсаторов от площади обкладок
4. На зависимости диэлектрической проницаемости диэлектриков конденсаторов от частоты напряжения
5. На зависимости проводимости диэлектриков конденсаторов от ионизирующего излучения

Верный ответ: № 1, № 3

8.На чем основан принцип действия индуктивных измерительных преобразователей (ИИП)

Ответы:

1. На зависимости магнитной проницаемости магнитопроводов ИИП от температуры
2. На зависимости магнитного сопротивления магнитной системы ИИП от величины воздушного зазора в магнитопроводе.
3. На зависимости индуктивности катушек ИИП от числа витков
4. На зависимости магнитной проницаемости сердечников магнитопроводов от напряженности магнитного поля

Верный ответ: № 2

9.Назовите основные области применения тензорезисторов

Ответы:

1. Измерение деформаций
2. Измерение давления, силы
3. Измерение температуры

4. Измерение массы
5. Измерение скорости движения
6. Измерение силы тока  
Верный ответ: № 1, № 2, № 4
10. Определите тип **индукционных** измерительных преобразователей  
Ответы:
  1. Параметрический тип
  2. Генераторный типВерный ответ: № 2
11. Выходное напряжение индукционных измерительных преобразователей пропорционально:  
Ответы:
  1. Перемещению чувствительного элемента
  2. Скорости перемещения проводников чувствительного элемента
  3. Ускорению чувствительного элемента
  4. Скорости изменения магнитного потока через витки катушки чувствительного элемента
  5. Скорости перемещения проводящей среды в магнитном полеВерный ответ: № 2, № 4, № 5
12. На чем основан принцип действия ультразвуковых расходомеров, выберите из указанных ниже  
Ответы:
  1. На измерении времени распространения ультразвуковых сигналов в движущейся среде
  2. На измерении доплеровского смещения частоты
  3. На измерении степени затухания ультразвуковых сигналов в движущейся среде.
  4. На измерении изменений коэффициента отражения ультразвуковых сигналов от неоднородностей потока средыВерный ответ: № 1, и №2
13. Пьезоэлектрические преобразователи в **генераторном** режиме (прямой пьезоэффект) преобразуют: (выберите нужный вариант)  
Ответы:
  1. Энергию поданного электрического сигнала в механическую энергию
  2. Энергию поданного электрического сигнала в энергию звуковой волны
  3. Поданное входное напряжение в перемещение
  4. Энергию звуковой волны в энергию электрического сигнала
  5. Деформацию пьезоэлемента, вызванную внешним механическим воздействием, в электрический сигналВерный ответ: № 4, № 5
14. Пьезоэлектрические преобразователи в режиме **двигателя** (обратный пьезоэффект) преобразуют: (выберите нужный вариант)  
Ответы:
  1. Энергию поданного электрического сигнала в механическую энергию
  2. Энергию поданного электрического сигнала в энергию звуковой волны
  3. Поданное входное напряжение в перемещение
  4. Энергию звуковой волны в энергию электрического сигнала
  5. Деформацию пьезоэлемента, вызванную внешним механическим воздействием, в электрический сигналВерный ответ: № 1, № 2, № 3
15. Принцип действия фотоэлементов основан на (выбрать правильный вариант)  
Ответы:

1. Внутреннем фотоэффекте (переход электронов в зону проводимости под действием фотонов света)
  2. Внешнем фотоэффекте (вырывании электронов из катода под действием света)  
Верный ответ: № 2
16. Принцип действия фоторезисторов, фотодиодов и фототранзисторов основан на:  
(выбрать правильный вариант)
- Ответы:
1. Внутреннем фотоэффекте (переход электронов в зону проводимости под действием фотонов света)
  2. Внешнем фотоэффекте (вырывании электронов из катода под действием света)  
Верный ответ: № 1

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

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания:* Ответы и решения задач выполнены без существенных ошибок, не искажающих смысл физических законов и моделей физических явлений. Соблюдены правила оформления технических расчетов.

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:* При ответе (или решении задач) допущены ошибки (не более 2), которые были исправлены при ответе на дополнительные вопросы. Соблюдены правила оформления технических расчетов.

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:* При ответе (или решении задач) допущены ошибки (не более 2), которые не были исправлены при ответе на дополнительные вопросы. Небрежное оформление технических расчетов.

## ***III. Правила выставления итоговой оценки по курсу***

Оценка за освоение дисциплины на зачете определяется как среднеарифметическая оценка за контрольные работы, защиты лабораторных работ, защиту расчетного задания