

УТВЕРЖДАЮ  
 Декан факультета

\_\_\_\_\_ Знаменский Е.А.

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ СЕНСОРНЫЕ СИСТЕМЫ ВЗРЫВАТЕЛЕЙ

Направление/специальность подготовки	17.05.01 Боеприпасы и взрыватели
Специализация/профиль/программа подготовки	Взрыватели
Уровень высшего образования	Специалитет
Форма обучения	Очная
Факультет	Е Оружие и системы вооружения
Выпускающая кафедра	Е6 АВТОНОМНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ И УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ
Кафедра-разработчик рабочей программы	Е6 АВТОНОМНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ И УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ

КУРС	СЕМЕСТР	ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ)	ЧАСЫ (по наличию видов занятий)									ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ
			ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА				
				ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	ВСЕГО	КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	КУРСОВАЯ РАБОТА	ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ	
5	9	4	144	68	34	17	17	76	0	0	76	ЭКЗ.

*ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ*

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГОС ВО)**

**17.05.01 Боеприпасы и взрыватели**

год набора группы: 2026

Программу составил:

Кафедра Е6 АВТОНОМНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ И  
УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ

Карпов Сергей Анатольевич, к.т.н., доцент, доцент

Программа рассмотрена

на заседании кафедры-разработчика

рабочей программы **Е6 АВТОНОМНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ И УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ**

Заведующий кафедрой Оськин И.А., д.т.н.

Программа рассмотрена

на заседании выпускающей кафедры

**Е6 АВТОНОМНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ И УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ**

Заведующий кафедрой Оськин И.А., д.т.н.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ СЕНСОРНЫЕ СИСТЕМЫ ВЗРЫВАТЕЛЕЙ**

### **Разделы рабочей программы**

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### **Приложения к рабочей программе дисциплины**

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы обучения
- Приложение 3. Фонды оценочных средств

# 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ПК-1 — Способен демонстрировать знания принципов действия взрывателей и их функционирования

ПК-3 — Способен проектировать и конструировать взрыватели различного назначения, разрабатывать проектную документацию, проводить технические расчеты и оптимизировать проектные параметры взрывателей

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

## **ПК-1**

*знания:*

информационно-логических основ, принципов функциональной и структурной организации сенсорных систем, применяемых в составе взрывателей;

*умения:*

обнаруживать причины неработоспособности сенсорных систем взрывателей; решать задачи, связанные с их совершенствованием;

выполнять расчет основных параметров информационно-измерительных модулей и датчиков сенсорных систем взрывателей;

*навыки:*

использования методов расчета, анализа и синтеза сенсорных систем взрывателей.

## **ПК-3**

*знания:*

истории и современных тенденций развития сенсорных систем взрывателей;

технических характеристик и конструктивных особенностей сенсорных систем взрывателей, прежде всего в части измерительных преобразователей и датчиков (сенсоров), применяемых в составе сенсорных систем взрывателей;

общих принципов и фундаментальных основ сенсорных систем взрывателей;

*умения:*

выполнять анализ и оценку работоспособности сенсорного модуля информационной системы взрывательного устройства в различных условиях функционирования;

осуществлять выбор физических принципов построения конструктивной реализации сенсорного модуля исходя из требований, предъявляемых в - техническом задании на проектирование;

*навыки:*

анализа требований, предъявляемые в техническом задании на проектирование сенсорных систем взрывателей.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **СЕНСОРНЫЕ СИСТЕМЫ ВЗРЫВАТЕЛЕЙ** является дисциплиной **части**, формируемой участниками образовательных отношений блока 1, программы подготовки по направлению 17.05.01 *Боеприпасы и взрыватели*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ ВЗРЫВАТЕЛЕЙ, ОСНОВЫ УПРАВЛЕНИЯ СРЕДСТВАМИ ПОРАЖЕНИЯ, СПЕЦИАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПРОИЗВОДСТВА ВЗРЫВАТЕЛЕЙ, ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ, ПРОЕКТИРОВАНИЕ И КОНСТРУИРОВАНИЕ ВЗРЫВАТЕЛЕЙ, ТЕОРИЯ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ БЛИЖНЕЙ РАДИОЛОКАЦИИ, РАДИОФИЗИКА, ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ВЗРЫВАТЕЛЕЙ, ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ БЛИЖНЕЙ ЛОКАЦИИ, ФИЗИКА, СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ, ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА, ИНЖЕНЕРНАЯ И КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА, ОСНОВЫ БАЛЛИСТИКИ И АЭРОДИНАМИКИ СРЕДСТВ ПОРАЖЕНИЯ, ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА, ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОНИКА, МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В МЕХАНИКЕ, МЕТРОЛОГИЯ И ОСНОВЫ ВЗАИМОЗАМЕЯЕМОСТИ, АРТИЛЛЕРИЙСКАЯ ТЕХНИКА.**

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **МИКРОЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ ВЗРЫВАТЕЛЕЙ, ПРЕДДИПЛОМНАЯ ПРАКТИКА, МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЙ ВЗРЫВАТЕЛЕЙ, ВЫПОЛНЕНИЕ, ПОДГОТОВКА К ПРОЦЕДУРЕ ЗАЩИТЫ И ЗАЩИТА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ, ПРОЕКТИРОВАНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ ВЗРЫВАТЕЛЕЙ, ПРОЕКТИРОВАНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ ВЗРЫВАТЕЛЕЙ.**

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-10 — Способен применять методы математического анализа, моделирования и системного проектирования, теоретического и экспериментального исследования для решения инженерных задач проектирования, производства и испытания оружия и систем вооружения
- ОПК-11 — Способен ориентироваться в проблемных ситуациях и решать сложные вопросы проектирования, производства, испытания и эксплуатации боеприпасов и взрывателей различного типа и назначения
- ОПК-12 — Способен качественно и количественно оценивать результаты, математически формулировать постановку задачи и результаты ее решения применительно к проектированию, производству, испытаниям и эксплуатации боеприпасов и взрывателей различного типа и назначения
- ОПК-15 — Способен четко формулировать цели и задачи проектных процедур, включая разработку тактико-технических заданий на проектирование боеприпасов и взрывателей различного типа и назначения
- ОПК-16 — Способен разрабатывать нормативно-техническую документацию и технически грамотно оформлять и представлять результаты научно-исследовательских работ, связанных с боеприпасами и взрывателями различного типа и назначения
- ОПК-2 — Способен самостоятельно применять приобретенные математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения инженерных задач
- ОПК-6 — Способен использовать в инженерной деятельности методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации с использованием современных информационных технологий
- ОПК-7 — Способен анализировать текущее состояние и тенденции развития оружия и систем вооружения
- ОПК-8 — Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности
- ПК-2 — Способен ориентироваться в многообразии динамических воздействий на взрыватели на всех этапах их функционирования и эксплуатации, разрабатывать методики проведения испытаний образцов взрывателей
- ПК-3 — Способен проектировать и конструировать взрыватели различного назначения, разрабатывать проектную документацию, проводить технические расчеты и оптимизировать проектные параметры взрывателей
- ПК-4 — Способен разрабатывать, обосновывать и внедрять прогрессивные технологические процессы производства взрывателей, а также их отдельных узлов и деталей

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч.

#### 3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме				Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %	
				ВСЕГО	Лекции	Лабораторный практикум	Практические занятия		ПК-1	ПК-3
5	9	<b>Раздел 1. Введение.</b> 1.1 Обобщенная структура сенсорной системы взрывательного устройства. Концепция построения. 1.2 Определения и терминология. Значение первичных измерительных преобразователей.	7	2	2	0	0	5	10	10
5	9	<b>Раздел 2. Общие вопросы измерения неэлектрических величин.</b> 2.1 Общие сведения и основные понятия информационно-измерительной техники. 2.2 Электрические измерения неэлектрических величин. 2.3 Методы измерительных преобразований. 2.4 Общие требования к измерительным преобразователям-датчикам. 2.5 Основные параметры измерительных преобразователей-датчиков. Характеристики датчиков. 2.6 Конструктивные особенности измерительных преобразователей-датчиков.	14	4	4	0	0	10	15	15
5	9	<b>Раздел 3. Динамические свойства измерительных цепей.</b> 3.1 Понятие о динамических измерениях. 3.2 Динамические уравнения измерительного преобразователя. 3.3 Частотные характеристики измерительных преобразователей. 3.4 Передаточная функция измерительного преобразователя.	21	7	6	0	1	14	10	10
5	9	<b>Раздел 4. Механические измерительные преобразователи.</b> 4.1 Механические измерительные преобразователи инерционного действия, сейсмические датчики. 4.2 Струнные датчики. 4.3 Термобиметаллические чувствительные элементы.	29	14	6	0	8	15	15	15
5	9	<b>Раздел 5. Параметрические преобразователи.</b> 5.1 Резистивные преобразователи. 5.2 Емкостные преобразователи. 5.3 Индуктивные преобразователи. 5.4 Микромеханические преобразователи.	34	19	8	7	4	15	20	20
5	9	<b>Раздел 6. Обратимые измерительные преобразователи.</b> 6.1 Электродинамические преобразователи. 6.2 Электростатические преобразователи. 6.3 Пьезоэлектрические преобразователи. 6.4 Электромагнитные преобразователи. 6.5 Магнитомеханический преобразователь. 6.6 Термоэлектрический преобразователь.	39	22	8	10	4	17	30	30
Всего за 9 семестр			144	68	34	17	17	76	100	100
Всего по дисциплине			144	68	34	17	17	76	100	100

#### 3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 3. Динамические свойства измерительных цепей.	Частотные характеристики измерительных преобразователей. Передаточная функция измерительного преобразователя.	1
2	Раздел 4. Механические измерительные преобразователи.	Передаточная функция динамометра. Передаточная функция акселерометра.	2
3		Чувствительность сейсмодатчика с учетом массы упругого элемента.	1
4		Собственная частота сейсмодатчика с учетом массы упругого элемента.	2
5		Собственные частоты двухмассовой системы.	1
6		Коэффициент преобразования термобиметаллического датчика.	2
7	Раздел 5. Параметрические преобразователи.	Расчет основных параметров тензоакселерометра.	1
8		Расчет основных параметров емкостного преобразователя.	1
9		Расчет основных параметров индуктивного преобразователя.	2
10	Раздел 6. Обратимые измерительные преобразователи.	Расчет собственной частоты пьезоакселерометра.	1
11		Расчет термоэлектрических преобразователей.	1
12		Характеристики электродинамических и электростатических преобразователей.	2

<b>Всего за 9 семестр</b>	17
---------------------------	----

### 3.3. Лабораторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного практикума	Объем, ауд. часов
1	Раздел 5. Параметрические преобразователи.	Исследование потенциометрических преобразователей перемещения.	2
2		Исследование индуктивных преобразователей перемещения.	2
3		Исследование емкостных преобразователей перемещения.	3
4	Раздел 6. Обратимые измерительные преобразователи.	Исследование пьезокерамического чувствительного элемента.	3
5		Определение основных характеристик пьезоакселерометра.	3
6		Исследование измерительного преобразователя температуры.	4
Всего за 9 семестр			17

### 3.4. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Введение.	Изучение учебного материала лекционных занятий (по личному конспекту лекций студента), подготовка к практическим занятиям с привлечением рекомендованной литературы.	2
2		Самостоятельная проработка вопросов и заданий по тематике раздела дисциплины.	3
3	Раздел 2. Общие вопросы измерения неэлектрических величин.	Самостоятельная проработка вопросов и заданий по тематике раздела дисциплины.	5
4		Изучение учебного материала лекционных занятий (по личному конспекту лекций студента), подготовка к практическим занятиям с привлечением рекомендованной литературы.	5
5	Раздел 3. Динамические свойства измерительных цепей.	Изучение учебного материала лекционных занятий (по личному конспекту лекций студента), подготовка к практическим занятиям с привлечением рекомендованной литературы.	7
6		Самостоятельная проработка вопросов и заданий по тематике раздела дисциплины.	7
7	Раздел 4. Механические измерительные преобразователи.	Изучение учебного материала лекционных занятий (по личному конспекту лекций студента), подготовка к практическим занятиям с привлечением рекомендованной литературы.	7
8		Самостоятельная проработка вопросов и заданий по тематике раздела дисциплины.	8
9	Раздел 5. Параметрические преобразователи.	Изучение учебного материала лекционных занятий (по личному конспекту лекций студента), подготовка к практическим занятиям с привлечением рекомендованной литературы.	5
10		Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ.	5
11		Самостоятельная проработка вопросов и заданий по тематике раздела дисциплины.	5
12	Раздел 6. Обратимые измерительные преобразователи.	Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ.	5
13		Изучение учебного материала лекционных занятий (по личному конспекту лекций студента), подготовка к практическим занятиям с привлечением рекомендованной литературы.	5
14		Самостоятельная проработка вопросов и заданий по тематике раздела дисциплины.	7
Всего за 9 семестр			76

#### 4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
9			ВиЗ	ЛР		ДР	ЛР	ВиЗ		ДР	ЛР	Колл	ВиЗ		ЛР	ДР	Вопр. Экз

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ВиЗ – вопросы и задания;
- ЛР – лабораторная работа;
- Колл – коллоквиум;
- Вопр. Экз – вопросы к экзамену.

**Текущий контроль успеваемости** студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- вопросы и задания;
- лабораторная работа;
- коллоквиум;
- вопросы к экзамену.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- экзамен.



## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. В. Д. Вавилов, С. П. Тимошенко, А. С. Тимошенко. . Микросистемные датчики физических величин. Москва: Техносфера, 2018, эл. рес.
2. Г. Г. Раннев. . Измерительные информационные системы. М.: Академия, 2010, 22 экз.
3. И. С. Болховитинов, Г. С. Жартовский. . Измерение механических параметров. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008, эл. рес.
4. Н. К. Ерофеев. . Измерительная информационная техника. Л.: Изд-во ЛМИ, 1990, 63 экз.

### 5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

1. В. М. Шарапов, Е. С. Полищук, Н. Д. Кошевой. . Датчики. М.: Техносфера, 2012, 3 экз.

### 5.3. Периодические издания:

1. Вопросы оборонной техники. Серия 16;
2. Информационно-измерительные и управляющие системы;
3. Моделирование и анализ информационных систем.

### 5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины, электронные библиотечные системы:

1. <http://urait.ru> — Образовательная платформа «Юрайт». Для вузов и ссузов.;
2. <http://library.voenmeh.ru> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
3. <http://e.lanbook.com> — ЭБС Лань.

### Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;
- <http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> - Полнотекстовая электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований.

### Информационные справочные системы:

1. Техэксперт – Информационный портал технического регулирования: Нормы, правила, стандарты РФ;
2. [http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=457](http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=457) - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/>- КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

### 5.5. Программное обеспечение:

1. Microsoft Office;
2. Ansys Multiphysics 2019 Teaching Advanced;
3. PTC Mathcad Prime 5.0;
4. PROView 32; Matlab 2015a SP1;
5. FEMM.

### 5.6. Информационные технологии:

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

## **6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1. Лекционные занятия:**

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

### **6.2. Практические занятия:**

1. Проектор;
2. Интерактивная доска;
3. Microsoft Office;
4. Ansys Multiphysics 2019 Teaching Advanced;
5. PTC Mathcad Prime 5.0;
6. PROView 32; Matlab 2015a SP1;
7. FEMM.

### **6.3. Лабораторные занятия:**

1. Проектор;
2. Интерактивная доска;
3. Microsoft Office;
4. Ansys Multiphysics 2019 Teaching Advanced;
5. PTC Mathcad Prime 5.0;
6. PROView 32; Matlab 2015a SP1;
7. FEMM.

### **6.4. Прочее:**

1. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
2. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

### Аннотация рабочей программы

Дисциплина **СЕНСОРНЫЕ СИСТЕМЫ ВЗРЫВАТЕЛЕЙ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *17.05.01 Боеприпасы и взрыватели*. Дисциплина реализуется на факультете *Е Оружие и системы вооружения БГТУ "ВОЕНМЕХ"* им. Д.Ф. Устинова кафедрой *Е6 АВТОНОМНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ И УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ*.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ПК-1 Способен демонстрировать знания принципов действия взрывателей и их функционирования;  
ПК-3 Способен проектировать и конструировать взрыватели различного назначения, разрабатывать проектную документацию, проводить технические расчеты и оптимизировать проектные параметры взрывателей.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с формированием целостного представления о физических основах функционирования мехатронных систем и прежде всего в части информационно-измерительных или сенсорных систем, применяемых в составе взрывателей и систем управления средствами поражения. В процессе изучения данной дисциплины студентам прививаются базовые концептуальные знания, позволяющие на практике выполнять синергетическое объединение узлов точной механики с электронными, электротехническими и компьютерными компонентами, направленное на проектирование и производство качественно новых изделий.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

**Текущий контроль успеваемости** студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- вопросы и задания;
- лабораторная работа;
- коллоквиум;
- вопросы к экзамену.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- экзамен.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **4 з.е., 144 ч**. Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**34 ч.**), практические занятия (**17 ч.**), лабораторный практикум (**17 ч.**), самостоятельная работа студента (**76 ч.**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 144 ч., из них 68 ч. аудиторных занятий, и 76 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем, рубежном контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в приложении 3 к Рабочей программе.

Наименование работы	Рекомендуемая литература	Трудоемкость, час.
Раздел 1. Введение.		
Изучение учебного материала лекционных занятий (по личному конспекту лекций студента), подготовка к практическим занятиям с привлечением рекомендованной литературы.	В. Д. Вавилов, С. П. Тимошенко, А. С. Тимошенко. . Микросистемные датчики физических величин: Москва: Техносфера, 2018 (Глава 1) В. М. Шарапов, Е. С. Полищук, Н. Д. Кошевой. . Датчики: М.: Техносфера, 2012 (Глава 1) Г. Г. Раннев. . Измерительные информационные системы: М.: Академия, 2010 (Глава 1)	2
Самостоятельная проработка вопросов и заданий по тематике раздела дисциплины.	И. С. Болховитинов, Г. С. Жартовский. . Измерение механических параметров: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (Глава 1)	3
Итого по разделу 1		5
Раздел 2. Общие вопросы измерения незлектрических величин.		
Самостоятельная проработка вопросов и заданий по тематике раздела дисциплины.	В. Д. Вавилов, С. П. Тимошенко, А. С. Тимошенко. . Микросистемные датчики физических величин: Москва: Техносфера, 2018 (Главы 1, 2, 3) В. М. Шарапов, Е. С. Полищук, Н. Д. Кошевой. . Датчики: М.: Техносфера, 2012 (Главы 1, 2, 3)	5
Изучение учебного материала лекционных занятий (по личному конспекту лекций студента), подготовка к практическим занятиям с привлечением рекомендованной литературы.		5
Итого по разделу 2		10
Раздел 3. Динамические свойства измерительных цепей.		
Изучение учебного материала лекционных занятий (по личному конспекту лекций студента), подготовка к практическим занятиям с привлечением рекомендованной литературы.	В. Д. Вавилов, С. П. Тимошенко, А. С. Тимошенко. . Микросистемные датчики физических величин: Москва: Техносфера, 2018 (Глава 6, страницы 165-173) Н. К. Ерофеев. . Измерительная информационная техника: Л.: Изд-во ЛМИ, 1990 (Главы 1, 2, страницы 3-87)	7
Самостоятельная проработка вопросов и заданий по тематике раздела дисциплины.		7
Итого по разделу 3		14
Раздел 4. Механические измерительные преобразователи.		
Изучение учебного материала лекционных занятий (по личному конспекту лекций студента), подготовка к практическим занятиям с привлечением рекомендованной литературы.	В. М. Шарапов, Е. С. Полищук, Н. Д. Кошевой. . Датчики: М.: Техносфера, 2012 (Глава 12, страницы 264-290) Н. К. Ерофеев. . Измерительная	7

Самостоятельная проработка вопросов и заданий по тематике раздела дисциплины.	информационная техника: Л.: Изд-во ЛМИ, 1990 (Глава 5, страницы 174-204)	8
Итого по разделу 4		15
<b>Раздел 5. Параметрические преобразователи.</b>		
Изучение учебного материала лекционных занятий (по личному конспекту лекций студента), подготовка к практическим занятиям с привлечением рекомендованной литературы.	Н. К. Ерофеев. . Измерительная информационная техника: Л.: Изд-во ЛМИ, 1990 (Глава 4, страницы 143-173) В. М. Шарапов, Е. С. Полищук, Н. Д. Кошевой. . Датчики: М.: Техносфера, 2012 (Главы 7,8, страницы 131-170)	5
Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ.	В. Д. Вавилов, С. П. Тимошенко, А. С. Тимошенко. . Микросистемные датчики физических величин: Москва: Техносфера, 2018 (Глава 2, страницы 57-88)	5
Самостоятельная проработка вопросов и заданий по тематике раздела дисциплины.		5
Итого по разделу 5		15
<b>Раздел 6. Обратимые измерительные преобразователи.</b>		
Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ.	В. М. Шарапов, Е. С. Полищук, Н. Д. Кошевой. . Датчики: М.: Техносфера, 2012 (Главы 9-11, страницы 171-262)	5
Изучение учебного материала лекционных занятий (по личному конспекту лекций студента), подготовка к практическим занятиям с привлечением рекомендованной литературы.	Н. К. Ерофеев. . Измерительная информационная техника: Л.: Изд-во ЛМИ, 1990 (Глава 3, страницы 89-142) В. Д. Вавилов, С. П. Тимошенко, А. С. Тимошенко. . Микросистемные датчики физических величин: Москва: Техносфера, 2018 (Глава 4, страницы 129-147, глава 10, страницы 332-357)	5
Самостоятельная проработка вопросов и заданий по тематике раздела дисциплины.		7
Итого по разделу 6		17

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, включают в себя:

- диагностическая работа
- вопросы и задания;
- коллоквиум;
- лабораторная работа;
- вопросы к экзамену;
- экзамен.

### Критерии оценивания

#### Диагностическая работа

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle:

- при правильном ответе менее чем на 60% вопросов - не аттестация;
- при правильном ответе на 60% вопросов и более - аттестация.

#### Вопросы и задания

1. Дайте определение "мехатронике" как предмету.
2. Перечислите основные понятия и определения, используемые в мехатронике.
3. Назовите состав мехатронной системы.
4. Что такое «мехатронные модули», назовите их виды, приведите функциональное назначение.
5. Что такое «интеллектуальные мехатронные модули».
6. В чем заключается значение первичных измерительных преобразователей.
7. Приведите общие требования к измерительным преобразователям-датчикам.
8. Приведите основные параметры измерительных преобразователей-датчиков.
9. Перечислите основные характеристики датчиков.
10. Дайте понятие динамическим измерениям.
11. Приведите динамические уравнения измерительного преобразователя.
12. Что такое частотные характеристики измерительных преобразователей.
13. Что такое передаточная функция измерительного преобразователя.
14. Дайте краткую характеристику резистивным преобразователям.
15. Дайте краткую характеристику емкостным преобразователям.
16. Дайте краткую характеристику индуктивным преобразователям.
17. Дайте краткую характеристику микромеханическим преобразователям.
18. Измерительные преобразователи сейсмического действия.
19. Приведите динамическое уравнение.
20. Какие бывают режимы работы преобразователей сейсмического действия.
21. Измерительные преобразователи сейсмического действия. Виброметр.
22. Измерительные преобразователи сейсмического действия. Велосиметр.
23. Измерительные преобразователи сейсмического действия. Акселерометр.
24. Сопоставьте режимов работы преобразователя сейсмического действия.
25. Назовите элементы сейсмических систем.
26. Дайте характеристику воздушному демпфированию.
27. Дайте характеристику жидкостному демпфированию.
28. Дайте характеристику токовихревому демпфированию.
29. Дайте характеристику струнным датчикам.
30. Приведите уравнение движения струны.
31. С чем связана нелинейность струнного датчика.
32. Что такое коэффициент преобразования струнного датчика.
33. Приведите конструкции струн.
34. Приведите схемы включения струнных датчиков.
35. Дайте характеристику термобиметаллическому чувствительному элементу.
36. Что такое электродинамический преобразователь.
37. Что такое входное сопротивление и чувствительность электродинамического измерительного преобразователя.
38. Где применяются электродинамические измерительные преобразователи.

39. Что такое входная жесткость и чувствительность электростатического измерительного преобразователя.
40. Где применяются электростатические измерительные преобразователи.
41. Опишите передаточную функцию динамометра.
42. Опишите передаточную функцию акселерометра.
43. Что такое степень затухания и собственная частота сейсмической системы.
44. Чувствительность сейсмодатчика с учетом массы упругого элемента.
45. Что такое собственная частота сейсмодатчика с учетом массы упругого элемента.
46. Собственная частота сейсмической системы и собственная частота поперечных колебаний струны дифференциального струнного датчика.
47. Приведите методы уменьшения влияния разности потенциалов между точками заземления источника и измерительного прибора.
48. Какое влияние оказывают на электрические измерительные преобразователи внешние наводки и помехи.
49. Какое влияние термоЭДС и переходных сопротивлений коммутирующих контактов.
50. Охарактеризуйте преобразователи сигналов термопар и терморезисторов.
51. Охарактеризуйте преобразователи сигналов пьезоэлектрических измерительных преобразователей.
52. Опишите устройство простейшего пьезопреобразователя.
53. Дайте понятие четырехполюсника как модели пьезопреобразователя.
54. В чем заключается физика пьезоэффекта.
55. Почему происходит поляризация диэлектрика под влиянием приложенного поля и пьезополяризации.
56. Дайте количественную оценку эффекта пьезополяризации.
57. Что такое константы упругости.
58. Что такое модули Юнга.
59. Что такое пьезоконстанты.
60. В чем заключается преобразование энергии в пьезоэлектрике.
61. В чем заключается связь между константами.
62. Как осуществляется экспериментальное определение пьезоконстант.
63. Приведите уравнения пьезопреобразователя.
64. Что такое входное сопротивление преобразователя-генератора.
65. Что такое входное сопротивление преобразователя-двигателя.
66. Что такое чувствительность пьезопреобразователей.

### **Коллоквиум**

Проводится в устной форме. На коллоквиум выносятся часть материала экзамена; оценка за коллоквиум учитывается при выставлении оценки по итогам экзамена.

Тематика коллоквиума.

1. Основные понятия о сенсорной системе взрывателя. Классификация сенсорных систем взрывателей и основные требования к сенсорной системе взрывателей.
2. Электрические измерения неэлектрических величин. Методы измерительных преобразований.
3. Общие требования к измерительным преобразователям-датчикам. Основные параметры измерительных преобразователей-датчиков. Характеристики датчиков.
4. Измерительные преобразователи сейсмического действия. Динамическое уравнение. Режимы.
5. Измерительные преобразователи сейсмического действия. Виброметр. Велосиметр. Акселерометр. Сопоставление режимов работы преобразователя сейсмического действия.
6. Струнные датчики. Уравнение движения. Нелинейность струнного датчика. Коэффициент преобразования струнного датчика. Схемы включения струнных датчиков.
7. Термодатчики. Виды, области применения, особенности.
8. Параметрические преобразователи. Представители, физические основы построения, характеристики.
9. Использование электромеханических аналогий.

На коллоквиум могут выноситься иные темы, заинтересовавшие обучающихся в процессе освоения материала.

На коллоквиуме в ходе обсуждения рассматриваемой темы обучающиеся закрепляют и расширяют свои знания, полученные на лекционных, практических и лабораторных занятиях.

Ответ оценивается преподавателем по четырёхбалльной системе; оцениваются корректность и полнота ответа.

Оценка выставляется согласно следующим критериям:

«отлично» - глубокое усвоение материала - полные, последовательные, грамотные и логически излагаемые ответы при видоизменении вопроса, правильно обоснованные решения, владение



разносторонними навыками и приемами;

«хорошо» - знание программного материала - грамотное изложение, без существенных неточностей в ответе на вопрос, правильное применение теоретических знаний, владение необходимыми навыками при выполнении практических задач;

«удовлетворительно» - усвоение основного материала - при ответе допускаются неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушение последовательности в изложении материала, затруднения в выполнении практических заданий;

«неудовлетворительно» - незнание материала, при ответе возникают ошибки, затруднения при выполнении практических работ.

По результатам сдачи обучающимся коллоквиума преподаватель выставляет оценку согласно вышеуказанным критериям, при этом контрольное мероприятие считается успешно пройденным в случае получения обучающимся оценки не ниже, чем "удовлетворительно".

### **Лабораторная работа**

Контроль текущего выполнения и защиты лабораторных работ обучающимся. Оцениваются умение применить полученные теоретические знания, соблюдение правил техники безопасности, своевременность выполнения лабораторных работ.

На первом занятии для всей группы проводится инструктаж на рабочем месте по правилам соблюдения требований техники безопасности и о порядке допуска к лабораторным работам. В книге учёта первичного инструктажа каждый обучающийся расписывается по факту проведения инструктажа. Обучающимся сообщается порядок допуска, выполнения и защиты лабораторных работ. Как правило, группа разбивается на бригады по 2-3 человека.

Оценка качества выполнения лабораторной работы осуществляется преподавателем по четырёхбалльной системе. В случае, если ответы обучающегося во время защиты соответствуют указанным требованиям, обучающийся получает максимальное количество баллов. Основаниями для снижения количества баллов в диапазоне от "отлично" до "неудовлетворительно" являются:

- небрежное выполнение,
- поверхностные, непродуманные ответы выводы по результатам работы,
- неверные ответы на вопросы преподавателя.

Контрольное мероприятие считается успешно пройденным в случае получения обучающимся оценки за каждую лабораторную не ниже, чем "удовлетворительно".

### **Вопросы к экзамену**

1. Основные понятия о сенсорной системе взрывателя. Классификация сенсорных систем взрывателей.
2. Основные понятия о сенсорной системе взрывателя. Основные требования к сенсорной системе взрывателей.
3. Общие требования к измерительным преобразователям-датчикам.
4. Электродинамический преобразователь. Входное сопротивление электродинамического преобразователя.
5. Электродинамический преобразователь. Чувствительность электродинамического преобразователя.
6. Электростатический преобразователь. Входная жесткость электростатического преобразователя.
7. Электростатический преобразователь. Входное сопротивление электростатического преобразователя.
8. Электростатический преобразователь. Чувствительность электростатического преобразователя.
9. Измерительные преобразователи сейсмического действия. Динамическое уравнение. Режимы.
10. Измерительные преобразователи сейсмического действия. Виброметр.
11. Измерительные преобразователи сейсмического действия. Велосиметр.
12. Измерительные преобразователи сейсмического действия. Акселерометр.
13. Измерительные преобразователи сейсмического действия. Сопоставление режимов работы преобразователя сейсмического действия.
14. Измерительные преобразователи сейсмического действия. Воздушное демпфирование.
15. Измерительные преобразователи сейсмического действия. Токовихревое демпфирование.
16. Струнные датчики. Уравнение движения струны.
17. Струнные датчики. Нелинейность струнного датчика.
18. Струнные датчики. Коэффициент преобразования струнного датчика.
19. Струнные датчики. Схемы включения струнных датчиков.
20. Термобиметаллический чувствительный элемент.
21. Электрические измерительные преобразователи. Методы уменьшения влияния разности



- потенциалов между точками заземления источника и измерительного прибора.
22. Электрические измерительные преобразователи. Влияние внешних наводок и помех.
  23. Электрические измерительные преобразователи. Преобразователи сигналов термодпар и терморезисторов.
  24. Электрические измерительные преобразователи. Преобразователи сигналов пьезоэлектрических измерительных преобразователей.
  25. Электрические измерительные преобразователи. Преобразователи напряжения в частоту.
  26. Электрические измерительные преобразователи. Преобразователи переменных напряжений.
  27. Устройство простейшего пьезопреобразователя.
  28. Четырехполосник - модель пьезопреобразователя.
  29. Физика пьезоэффекта.
  30. Поляризация диэлектрика под влиянием приложенного поля и пьезополяризации.
  31. Количественная оценка эффекта пьезополяризации.
  32. Постоянные пьезоэлектриков. Константы упругости.
  33. Постоянные пьезоэлектриков. Модули Юнга.
  34. Постоянные пьезоэлектриков. Пьезоконстанты.
  35. Постоянные пьезоэлектриков. Местные уравнения.
  36. Постоянные пьезоэлектриков. Преобразование энергии в пьезоэлектрике.
  37. Уравнения пьезопреобразователя.
  38. Характеристики пьезопреобразователя. Входное сопротивление преобразователя-генератора.
  39. Характеристики пьезопреобразователя. Входное сопротивление преобразователя-двигателя.
  40. Чувствительность пьезопреобразователей.
  41. Динамическая модель пьезопреобразователя. Частотные характеристики измерительных преобразователей. Передаточная функция измерительного преобразователя.
  42. Емкостные преобразователи.
  43. Индуктивные преобразователи.

### **Экзамен**

Вопросы к экзамену оформляются в виде билета. Билет включает в себя два теоретических вопроса и практическое задание.

Оценка за экзамен выставляется согласно следующим критериям:

«отлично» - глубокое усвоение материала - полные, последовательные, грамотные и логически излагаемые ответы при видоизменении вопроса, правильно обоснованные решения, владение разносторонними навыками и приемами;

«хорошо» - знание программного материала - грамотное изложение, без существенных неточностей в ответе на вопрос, правильное применение теоретических знаний, владение необходимыми навыками при выполнении практических задач;

«удовлетворительно» - усвоение основного материала - при ответе допускаются неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушение последовательности в изложении материала, затруднения в выполнении практических заданий;

«неудовлетворительно» - незнание материала, при ответе возникают ошибки, затруднения при выполнении практических работ.

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме				Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %		НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Лекции	Лабораторный практикум	Практические занятия		ПК-1	ПК-3	
5	9	Раздел 1. Введение.	7	2	2	0	0	5	10	10	Коллоквиум, Вопросы и задания
5	9	Раздел 2. Общие вопросы измерения неэлектрических величин.	14	4	4	0	0	10	15	15	Коллоквиум, Вопросы и задания
5	9	Раздел 3. Динамические свойства измерительных цепей.	21	7	6	0	1	14	10	10	Коллоквиум, Лабораторная работа, Вопросы и задания
5	9	Раздел 4. Механические измерительные преобразователи.	29	14	6	0	8	15	15	15	Коллоквиум, Вопросы и задания
5	9	Раздел 5. Параметрические преобразователи.	34	19	8	7	4	15	20	20	Лабораторная работа, Вопросы и задания
5	9	Раздел 6. Обратимые измерительные преобразователи.	39	22	8	10	4	17	30	30	Лабораторная работа, Вопросы к экзамену, Вопросы и задания
Всего за 9 семестр			144	68	34	17	17	76	100	100	
Всего по дисциплине			144	68	34	17	17	76	100	100	

**ПК-1 - Способен демонстрировать знания принципов действия взрывателей и их функционирования**

№ 1 Прочитайте текст и установите последовательность

При проектировании струнного датчика необходимо решить ряд задач, и в первую очередь связанных с конструкцией самой струны. Восстановите последовательность ваших действий.

1. Определить конструкцию струны и способ ее закрепления в упругом элементе датчика.
2. Выбрать материал струны.
3. Определить геометрические размеры струны.

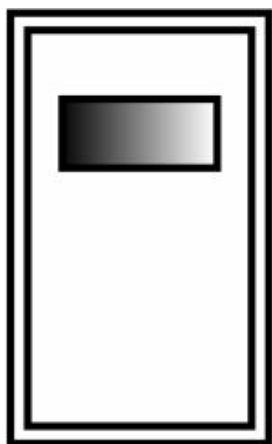
№ 2 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Суммарный электрический дипольный момент в керамических пьезопреобразователях:

1. равен нулю;
2. является характеристикой пьезокерамики и указывается в паспорте на этот материал;
3. не определен и имеет случайную величину.

№ 3 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

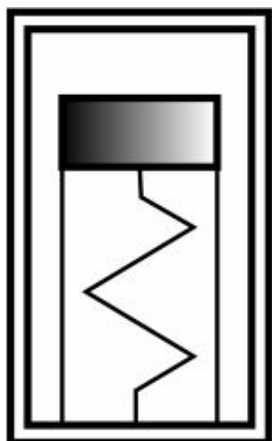
Какой из частных видов работы сейсмической системы приведен на рисунке:



1. Виброметра
2. Велосиметра
3. Акселерометра
4. Манометра

№ 4 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Какой из частных видов работы сейсмической системы приведен на рисунке:



1. Виброметра
2. Велосиметра
3. Акселерометра
4. Манометра

№ 5 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

В рабочем диапазоне частот любого преобразователя коэффициент преобразования входного синусоидального перемещения:

1. должен быть постоянным
2. расти с ростом частоты входного сигнала;
3. линейно расти с ростом частоты входного сигнала;
4. не зависеть от частоты измеряемого перемещения;
5. уменьшаться пропорционально росту частоты входного сигнала.

№ 6 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Свободные заряды в сегнетоэлектрике могут возникать в результате перетекания электронов :

1. при отсутствии гальванической связи между электродами;
2. при наличии гальванической связи между электродами;
3. под действием поля, создаваемого связанными зарядами
4. при отсутствии поля, создаваемого связанными зарядами

№ 7 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

В основе построения чувствительных элементов преобразователей лежат разнообразные физические эффекты и явления. Выберите из списка соответствующие пары их классификационных признаков:

1. обратимые явления;
2. линейные явления;
3. четные явления;
4. нечетные явления;
5. необратимые явления;
6. нелинейные явления.

№ 8 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ  
Из чего состоит входная жесткость электростатического преобразователя?

№ 9 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ  
Чем характеризуется режим вынужденных колебаний струнного датчика?

№ 10 Прочитайте текст и установите соответствие  
Перед Вами режимы работы сейсмической системы. Зная режимы работы, необходимо установить его характерную особенность / функцию. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию из правого столбца.

Режим работы сейсмической системы	Характеристика
1. Виброметра.	А. Сейсмическая система осуществляет двойное интегрирование ускорения точки подвеса.
2. Велосиметра	Б. Перемещение инерционного тела относительно корпуса пропорционально скорости корпуса преобразователя.
3. Акселерометра	В. Перемещение инерционного тела относительно корпуса пропорционально дифференцированию ускорения корпуса преобразователя. Г. Перемещение инерционного тела относительно корпуса пропорционально ускорению корпуса преобразователя.

№ 11 Прочитайте текст и установите соответствие  
Перед Вами режимы работы сейсмической системы. Зная режимы работы, необходимо установить его характерную особенность / функцию. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию из правого столбца.

Режим работы	Характеристика
1. В режиме виброметра ...	А. инерционная сила намного превышает все другие силы, действующие на инерционное тело.
2. В режиме велосиметра ...	Б. демпфирующая сила намного превышает все другие силы, действующие на инерционное тело.
3. В режиме акселерометра ...	В. сила упругого сопротивления намного превышает все другие силы, действующие на инерционное тело Г. инерционная сила намного меньше всех других сил, действующих на инерционное тело. Д. демпфирующая сила намного меньше всех других сил, действующих на инерционное тело. Е. сила упругого сопротивления намного меньше всех других сил, действующих на инерционное тело.

№ 12 Прочитайте текст и установите последовательность  
Измерение частоты и периода производится с помощью цифрового частотомера. Установите последовательность расположения функциональных блоков в структурной схеме частотомера:

1. Временной селектор.
2. Входное формирующее устройство.
3. Индикатор.
4. Десятичный счетчик.

Запишите соответствующую последовательность цифр слева на право.

**ПК-3 - Способен проектировать и конструировать взрыватели различного назначения, разрабатывать проектную документацию, проводить технические расчеты и оптимизировать проектные параметры взрывателей**

- № 1 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ  
Что понимается под чувствительностью преобразователя?
- № 2 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ  
Что произойдет в случае потери устойчивости системы на основе электростатического преобразователя?
- № 3 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ  
Вам необходимо разработать преобразователь на основе сейсмической системы, осуществляющий измерение перемещения инерционного тела относительно корпуса:преобразователя. Какой режим Вы используете и почему?
- № 4 Прочитайте текст и установите соответствие  
Перед Вами несколько преобразователей. Зная тип преобразователя, необходимо установить его назначение. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию из правого столбца.

1. Выражение $m \cdot \ddot{y} = -m \cdot \ddot{x}$ характеризует режим ...	А. велосиметра
2. Выражение $h \cdot \dot{y} = -m \cdot \ddot{x}$ характеризует режим ...	Б. виброметра
3. Выражение $k \cdot y = -m \cdot \ddot{x}$ характеризует режим ...	В. акселерометра
	Г. генератора

- № 5 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Введение демпфирования в сейсмическую систему в режиме виброметра ...

1. расширяет частотный диапазон;
2. уменьшает опасность резонанса;
3. ничего не меняет в работе системы;
4. сужает частотный диапазон.

- № 6 Прочитайте текст и установите соответствие

При экспериментальном определении пьезоконстант необходимо обеспечить условия измерения, заданные теоретически при составлении местных уравнений. Зная тип входного воздействия, необходимо установить соответствующую пьезоконстанту. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию из правого столбца.

Входное воздействие	Пьезоконстанта
1. $\sigma \mid E=0$	А. $d$
2. $\xi \mid E=0$	Б. $g$
3. $\sigma \mid D=0$	В. $h$
	Г. $e$

$d, g, h, e$  - пьезоконстанты;

$E$  - напряженность электрического поля;

$D$  - электрическое смещение.

- № 7 Прочитайте текст и установите последовательность

Расположите последовательно измерительные преобразователи сейсмического действия на

шкале частот:

1. акселерометр;
2. велосиметр;
3. виброметр.

Запишите соответствующую последовательность цифр слева на право.

№ 8 Прочитайте текст и установите последовательность

Температурная стабильность демпферов является важной характеристикой существенно влияющей на точность преобразователей. Расположите виды успокоения последовательно по мере возрастания степени их зависимости от температуры:

1. воздушное успокоение;
2. жидкостное успокоение;
3. токовихревое успокоение.

Запишите соответствующую последовательность цифр слева на право.

№ 9 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

В режиме акселерометра перемещение инерционного тела относительно корпуса:

1. пропорционально ускорению корпуса преобразователя;
2. пропорционально скорости корпуса преобразователя;
3. не зависит ни от ускорения, ни от скорости корпуса преобразователя;
4. пропорционально перемещению корпуса преобразователя;

№ 10 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

В режиме виброметра сейсмическая система осуществляет:

1. интегрирование ускорения точки подвеса;
2. дифференцирование ускорения точки подвеса;
3. двойное интегрирование ускорения точки подвеса;
4. двойное дифференцирование ускорения точки подвеса.

№ 11 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Если в режиме двигателя собственная жесткость электростатического преобразователя велика или велико механическое сопротивление нагрузки, то преобразователь превращается в:

1. активное сопротивление
2. индуктивное сопротивление
3. конденсатор
4. генератор тока

№ 12 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Какие физические законы лежат в основе работы электродинамических преобразователей?

1. Закон Ампера;
2. Закон Архимеда;
3. Закон Фарадея;

4. Закон Ньютона (первый).

№ 13 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Выберите из списка все режимы работы сейсмической системы:

1. курвиметр;
2. акселерометр;
3. ареометр;
4. виброметр.