

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова»
(БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова)

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета

Суслин А. В.
(подпись) ФИО
« 31 » 05 2022

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 | 36 | 0 | 40 | 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: 2022

Программу составил:

Кафедра Е6 АВТОНОМНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ И
УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ
Карпов Сергей Анатольевич, к.т.н., доцент

Программа рассмотрена
на заседании кафедры-разработчика
рабочей программы **Е6 АВТОНОМНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ И УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ**

Заведующий кафедрой Егоренков Л.С., к.т.н., снс

Программа рассмотрена
на заседании выпускающей кафедры

Е6 АВТОНОМНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ И УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ

Заведующий кафедрой Егоренков Л.С., к.т.н., снс

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:

| |
|--|
| ПСК-14 — Владеет методами проектирования и конструирования взрывателей различного назначения |
| ПСК-15 — способность демонстрировать знания принципов действия взрывателей и их функционирования |

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ПСК-14

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.

ПСК-15

знания:

информационно-логических основ информационно-измерительных систем, 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:

использование методов расчета, анализа и синтеза 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, КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПРАКТИКА, 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, ОСНОВЫ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА, ИНЖЕНЕРНАЯ И КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА, ОСНОВЫ БАЛЛИСТИКИ И АЭРОДИНАМИКИ СРЕДСТВ ПОРАЖЕНИЯ, ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА, ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОНИКА, МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В МЕХАНИКЕ, МЕТРОЛОГИЯ И ОСНОВЫ ВЗАИМОЗАМЕЯЕМОСТИ, ХИМИЯ, АРТИЛЛЕРИЙСКАЯ ТЕХНИКА.**

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **МИКРОЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ ВЗРЫВАТЕЛЕЙ, ДИАГНОСТИКА СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ, 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-1 — Способен понимать цели и задачи инженерной деятельности в современной науке и производстве
- 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-13 — Способен проводить технико-экономическую оценку мероприятий и технических решений проектирования, производства, испытаний и эксплуатации боеприпасов и взрывателей различного типа и назначения
- ОПК-14 — Способен моделировать и использовать известные решения в новом приложении 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-2 — Способен самостоятельно применять приобретенные математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения инженерных задач
- ОПК-5 — Способен руководить коллективом в сфере инженерно-конструкторской деятельности, генерировать, оценивать и использовать новые инженерные идеи
- 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 при решении задач профессиональной деятельности
- ПСК-13 — Способен ориентироваться в многообразии динамических воздействий на различные взрыватели на всех этапах их функционирования и эксплуатации
- ПСК-14 — Владеет методами проектирования и конструирования взрывателей различного назначения
- ПСК-15 — Способен демонстрировать знания принципов действия взрывателей и их функционирования
- ПСК-16 — Владеет основными методами расчета систем предохранения взрывателей
- ПСК-18 — Способен демонстрировать знания способов передачи информации на взрыватели в процессе их боевого применения
- ПСК-8 — Владеет методами разработки проектной документации и проведения технических расчетов, оптимизации проектных параметров, определения боевой эффективности и надежности образцов боеприпасов и взрывателей
- ПСК-9 — Способен разрабатывать, обосновывать и внедрять 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 | | ПСК-14 | ПСК-15 |
| 5 | 9 | Раздел 1. Введение. 1.1 Обобщенная структура сенсорной системы взрывательного устройства. Концепция построения. 1.2 Определения и терминология. Значение первичных измерительных преобразователей. | 6 | 2 | 2 | 0 | 0 | 4 | 10 | 10 |
| 5 | 9 | Раздел 2. Общие вопросы измерения неэлектрических величин. 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. 2.7 Использование электромеханических аналогов; классификация. | 12 | 4 | 4 | 0 | 0 | 8 | 15 | 15 |
| 5 | 9 | Раздел 3. Динамические свойства измерительных цепей. 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 | Раздел 4. Механические измерительные преобразователи. 4.1 Механические измерительные преобразователи инерционного действия, сейсмические датчики. 4.2 Струнные датчики. 4.3 Термобиметаллические чувствительные элементы. | 30 | 14 | 6 | 0 | 8 | 16 | 15 | 15 |
| 5 | 9 | Раздел 5. Параметрические преобразователи. 5.1 Резистивные преобразователи. 5.2 Емкостные преобразователи. 5.3 Индуктивные преобразователи. 5.4 Микромеханические преобразователи. | 36 | 19 | 8 | 7 | 4 | 17 | 20 | 20 |
| 5 | 9 | Раздел 6. Обратимые измерительные преобразователи. 6.1 Электродинамические преобразователи. 6.2 Электростатические преобразователи. 6.3 Пьезоэлектрические преобразователи. 6.4 Электромеханические 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 |
| Всего за 9 семестр | | 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. | 1 |
| 2 | | Выбор и согласование тем курсовых проектов. Оформление проектов заданий на курсовые проекты. | 3 |
| 3 | Раздел 2. Общие вопросы измерения неэлектрических величин. | Изучение учебного материала лекционных занятий (по личному конспекту лекций студента), подготовка к практическим занятиям с привлечением рекомендованной литературы. | 1 |
| 4 | | Оформление заданий на курсовые проекты. Анализ состояния вопроса. | 4 |
| 5 | | Подготовка к экзамену. | 3 |
| 6 | Раздел 3. Динамические свойства измерительных цепей. | Изучение учебного материала лекционных занятий (по личному конспекту лекций студента), подготовка к практическим занятиям с привлечением рекомендованной литературы. | 1 |
| 7 | | Подготовка к экзамену. | 6 |
| 8 | | Ознакомление с технической литературой и интернет-источниками в рамках тем курсовых проектов. | 7 |
| 9 | Раздел 4. Механические измерительные преобразователи. | Изучение учебного материала лекционных занятий (по личному конспекту лекций студента), подготовка к практическим занятиям с привлечением рекомендованной литературы. | 1 |
| 10 | | Подготовка к экзамену. | 9 |
| 11 | | Изучение нормативной литературы (ГОСТы, ОСТы, нормали, технические условия) в рамках тем курсовых проектов. | 6 |
| 12 | Раздел 5. Параметрические преобразователи. | Изучение учебного материала лекционных занятий (по личному конспекту лекций студента), подготовка к практическим занятиям с привлечением рекомендованной литературы. | 1 |
| 13 | | Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ. | 2 |
| 14 | | Подготовка к экзамену. | 6 |
| 15 | | Разработка текстовой и расчётно-графической частей курсовых проектов. | 8 |
| 16 | Раздел 6. Обратимые измерительные | Изучение учебного материала лекционных занятий (по личному конспекту лекций студента), подготовка к практическим | 1 |

| | | | |
|---------------------------|------------------|--|-----------|
| | преобразователи. | занятиям с привлечением рекомендованной литературы. | |
| 17 | | Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ. | 2 |
| 18 | | Подготовка к экзамену. | 6 |
| 19 | | Оформление пояснительных записок, подготовка к защите курсовых проектов. | 8 |
| Всего за 9 семестр | | | 76 |

3.5. Курсовой проект

| СОДЕРЖАНИЕ ЭТАПА | ПЕРИОД ИСПОЛНЕНИЯ (недели семестра) | ПЛАНИРУЕМОЕ ВРЕМЯ (час) |
|--|---|----------------------------|
| Этап 1. Выбор темы. Оформление задания. | 1 - 2 | 2 |
| Этап 2. Ознакомление с источниками, изучение нормативной литературы. | 3 - 4 | 4 |
| Этап 3. Проведение расчетов. | 5 - 7 | 6 |
| Этап 4. Разработка текстовой части КП. | 8 - 10 | 8 |
| Этап 5. Разработка графической части КП. | 11 - 14 | 8 |
| Этап 6. Оформление пояснительной записки, подготовка к защите. | 15 - 17 | 8 |
| Всего за 9 семестр | | 36 |

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 | | | ЛР | | ЛР | ДР | | Колл | КП | ДР | | ЛР | | | КП | ДР | Вопр. Экз |

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ЛР – лабораторная работа;
- Колл – коллоквиум;
- КП – курсовой проект;
- Вопр. Экз – вопросы к экзамену.

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

- диагностическая работа;
- лабораторная работа;
- коллоквиум;
- курсовой проект;
- 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 - 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*:

ПСК-14 Владеет методами проектирования и конструирования взрывателей различного назначения;
ПСК-15 способность демонстрировать знания принципов действия взрывателей и их функционирования.

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;
- лабораторная работа;
- коллоквиум;
- курсовой проект;
- 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. | Г. Г. Раннев. . Измерительные информационные системы: М.: Академия, 2010 (Глава 1) В. М. Шарапов, Е. С. Полищук, Н. Д. Кошевой. . Датчики: М.: Техносфера, 2012 (Глава 1) И. С. Болховитинов, Г. С. Жартовский. . Измерение механических параметров: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (Глава 1) | 1 |
| Выбор и согласование тем курсовых проектов. Оформление проектов заданий на курсовые проекты. | В. Д. Вавилов, С. П. Тимошенков, А. С. Тимошенков. . Микросистемные датчики физических величин: Москва: Техносфера, 2018 (Глава 1) | 3 |
| Итого по разделу 1 | | 4 |
| Раздел 2. Общие вопросы измерения неэлектрических величин. | | |
| 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 (Главы 1, 2, 3) В. Д. Вавилов, С. П. Тимошенков, А. С. Тимошенков. . Микросистемные датчики физических величин: Москва: Техносфера, 2018 (Главы 1, 2, 3) | 1 |
| Оформление заданий на курсовые проекты. Анализ состояния вопроса. | | 4 |
| Подготовка к экзамену. | | 3 |
| Итого по разделу 2 | | 8 |
| Раздел 3. Динамические свойства измерительных цепей. | | |
| 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 (Главы 1, 2, страницы 3-87) В. Д. Вавилов, С. П. Тимошенков, А. С. Тимошенков. . Микросистемные датчики физических величин: Москва: Техносфера, 2018 (Глава 6, страницы 165-173) | 1 |
| Подготовка к экзамену. | | 6 |
| Ознакомление с технической литературой и интернет-источниками в рамках тем курсовых проектов. | | 7 |
| Итого по разделу 3 | | 14 |
| Раздел 4. Механические измерительные преобразователи. | | |
| Изучение учебного материала лекционных занятий (по личному | В. М. Шарапов, Е. С. Полищук, Н. Д. Кошевой. . Датчики: М.: Техносфера, 2012 | 1 |

| | | |
|--|---|----|
| конспекту лекций студента), подготовка к практическим занятиям с привлечением рекомендованной литературы. | (Глава 12, страницы 264-290) Н. К. Ерофеев. . Измерительная информационная техника: Л.: Изд-во ЛМИ, 1990 (Глава 5, страницы 174-204) | |
| Подготовка к экзамену. | | 9 |
| Изучение нормативной литературы (ГОСТы, ОСТы, нормали, технические условия) в рамках тем курсовых проектов. | | 6 |
| Итого по разделу 4 | | 16 |
| Раздел 5. Параметрические преобразователи. | | |
| 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. Д. Вавилов, С. П. Тимошенко, А. С. Тимошенко. . Микросистемные датчики физических величин: Москва: Техносфера, 2018 (Глава 2, страницы 57-88) В. М. Шарапов, Е. С. Полищук, Н. Д. Кошевой. . Датчики: М.: Техносфера, 2012 (Главы 7,8, страницы 131-170) | 1 |
| Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ. | | 2 |
| Подготовка к экзамену. | | 6 |
| Разработка текстовой и расчётно-графической частей курсовых проектов. | | 8 |
| Итого по разделу 5 | | 17 |
| Раздел 6. Обратимые 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 (Главы 9-11, страницы 171-262) 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) | 1 |
| Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ. | | 2 |
| Подготовка к экзамену. | | 6 |
| Оформление пояснительных записок, подготовка к защите курсовых проектов. | | 8 |
| Итого по разделу 6 | | 17 |

ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- коллоквиум;
- курсовой проект;
- вопросы к экзамену;
- лабораторная работа;
- 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.

Коллоквиум

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

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".

Перечень вопросов, выносимых на коллоквиум, приведён в материалах учебно-методического комплекса.

Курсовой проект

Перечень тем курсовых проектов приведён в материалах учебно-методического комплекса.

Курсовой проект представляется в печатной форме. Основными критериями оценки качества курсового проекта являются:

- актуальность и практическая значимость темы исследования;
- соблюдение графика выполнения курсового проекта;
- соответствие работы заявленной теме и выданному заданию;
- полнота и качество содержания;
- обобщения фактических данных;
- соответствие оформления курсового проекта установленным требованиям;
- чёткость и грамотность изложения материала;
- чёткость доклада при защите курсового проекта;
- глубина и правильность ответов на замечания руководителя и вопросы членов комиссии.

Контроль текущего выполнения разделов курсовой работы проводится еженедельно в течение семестра.

Защита курсового проекта проходит в форме доклада обучающегося о выполненной работе и демонстрации графического материала проекта комиссии.

Результаты защиты курсовых проектов определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «не защитил». Курсовой проект оценивается членами комиссии в день защиты.

Оценка «отлично» выставляется за курсовой проект, который носит исследовательский характер, имеет грамотно изложенную теоретическую главу, глубокий анализ, логичное, последовательное изложение материала с соответствующими выводами и обоснованными предложениями, имеющими практическую значимость. Произведённые расчёты выполнены правильно и в полном объёме. Работа выполнена в установленный срок, грамотным языком. Оформление соответствует действующим стандартам, сопровождается достаточным объёмом табличного и графического материала. При защите курсового проекта обучающийся показывает глубокое знание вопросов темы, свободно оперирует данными исследования, вносит обоснованные предложения, а во время доклада использует наглядные пособия (таблицы, схемы, графики и т.п.), даёт чёткие и аргументированные ответы на вопросы, заданные членами комиссии.

Оценка «хорошо» выставляется за курсовой проект, который носит исследовательский характер, имеет грамотно изложенную теоретическую главу, проведён достаточно подробный анализ, последовательное изложение материала с соответствующими выводами, однако анализ источников неполный, выводы недостаточно аргументированы, в структуре и содержании работы есть отдельные погрешности, не имеющие принципиального характера.

При защите курсового проекта студент показывает знание вопросов темы, оперирует данными исследования, вносит предложения по теме исследования, во время доклада использует наглядные пособия (таблицы, схемы, графики и т.п.) или раздаточный материал, без особых затруднений отвечает на поставленные вопросы.

Оценка «удовлетворительно» выставляется за курсовой проект, который носит исследовательский или описательный характер, имеет теоретическую главу, базируется на практическом материале, однако просматривается непоследовательность изложения материала, анализ источников подменен библиографическим обзором, документальная основа работы представлена недостаточно. Проведённое исследование содержит поверхностный анализ, выводы неконкретны, рекомендации слабо аргументированы, в оформлении работы имеются погрешности, сроки выполнения работы нарушены. При защите курсового проекта студент проявляет неуверенность, показывает слабое знание вопросов темы, не всегда даёт исчерпывающие аргументированные ответы на заданные вопросы.

Оценка «не защитил» выставляется за курсовой проект, который не соответствует заявленной теме, не имеет анализа, не отвечает требованиям, изложенным в методических указаниях. Выводы не соответствуют изложенному материалу или отсутствуют. При защите курсового проекта обучающийся затрудняется отвечать на поставленные вопросы по теме, не знает теории вопроса, при ответе допускает существенные ошибки. При защите не используются наглядные пособия (таблицы, схемы, графики и т.п.).

Вопросы к экзамену

Перечень вопросов к экзамену приведён в материалах учебно-методического комплекса.

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".

Экзамен

Обучающийся имеет право на получение минимальной положительной оценки при условии успешного прохождения текущего контроля успеваемости в форме диагностической работы в соответствии с графиком раздела 4.

.

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.

Перечень вопросов к экзамену приведён в материалах учебно-методического комплекса.

| 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 | | ПСК-14 | ПСК-15 | |
| | | | | | | | | | | | |
| 5 | 9 | Раздел 1. Введение. | 6 | 2 | 2 | 0 | 0 | 4 | 10 | 10 | Вопросы к экзамену, Коллоквиум, Лабораторная работа, Курсовой проект |
| 5 | 9 | Раздел 2. Общие вопросы измерения неэлектрических величин. | 12 | 4 | 4 | 0 | 0 | 8 | 15 | 15 | Вопросы к экзамену, Коллоквиум, Лабораторная работа, Курсовой проект |
| 5 | 9 | Раздел 3. Динамические свойства измерительных цепей. | 21 | 7 | 6 | 0 | 1 | 14 | 10 | 10 | Курсовой проект, Коллоквиум, Вопросы к экзамену, Лабораторная работа |
| 5 | 9 | Раздел 4. Механические измерительные преобразователи. | 30 | 14 | 6 | 0 | 8 | 16 | 15 | 15 | Вопросы к экзамену, Курсовой проект |
| 5 | 9 | Раздел 5. Параметрические преобразователи. | 36 | 19 | 8 | 7 | 4 | 17 | 20 | 20 | Лабораторная работа, Вопросы к экзамену, Курсовой проект |
| 5 | 9 | Раздел 6. Обратимые измерительные преобразователи. | 39 | 22 | 8 | 10 | 4 | 17 | 30 | 30 | Лабораторная работа, Курсовой проект, Вопросы к экзамену |
| Всего за 9 семестр | | | 144 | 68 | 34 | 17 | 17 | 76 | 100 | 100 | |
| Всего по дисциплине | | | 144 | 68 | 34 | 17 | 17 | 76 | 100 | 100 | |