

**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

\_\_\_\_\_  
 (подпись) Суслин А. В.  
 ФИО  
 «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ВРЕМЕННЫЕ УСТРОЙСТВА

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	
4	8	3	108	51	17	17	17	57	0	0	57	диф. зач.

*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: 2024

Программу составил:

Кафедра Е6 АВТОНОМНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ И  
УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ

Жилин Владимир Николаевич, к.т.н., доцент, 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 ВРЕМЕННЫЕ УСТРОЙСТВА**

### **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 — способность проектировать и конструировать взрыватели различного назначения
ПСК-15 — способность демонстрировать знания принципов действия взрывателей и их функционирования

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

### **ПСК-14**

*знания:*

технического регламента проектирования изделий;

структуры и состава технических требований, предъявляемых к временным устройствам;

структуры системы проектирования временных устройств на различных принципах действия;

*умения:*

рассчитывать основные элементы временных устройств;

*навыки:*

построение фазовых и фазово-временных диаграмм осцилляторов различного типа;

нахождения основных статистических параметров точности действия временных устройств на различных принципах действия;

применять методы обработки результатов испытаний механизмов времени.

### **ПСК-15**

*знания:*

принципов действия и математических моделей, описывающих условия функционирования временных устройств;

показателей точности действия в соотношении с функционированием объектов;

физических основы функционирования и условий эксплуатации временных устройств;

значения и места временных устройств в системе разработки, производства и эксплуатации изделий;

*умения:*

разрабатывать методы регистрации и систематизации результатов испытаний временных устройств;

выбирать и оценивать точность действия временных устройств в составе взрывателя для конкретных видов боеприпасов;

*навыки:*

анализировать технологические аспекты обеспечения точности действия временных устройств.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ВРЕМЕННЫЕ УСТРОЙСТВА** 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: **ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА, ФИЗИКА, ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОНИКА, ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА, ТЕОРИЯ МЕХАНИЗМОВ И МАШИН, МЕТРОЛОГИЯ И ОСНОВЫ ВЗАИМОЗАМЕНЯЕМОСТИ, МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ, ТЕОРИЯ ВЗРЫВА, СХЕМОТЕХНИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ УЗЛОВ ВЗРЫВАТЕЛЕЙ, АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ ВЗРЫВАТЕЛЕЙ.**

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ИНЖЕНЕРНОЕ ПРОТОТИПИРОВАНИЕ И ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА, ПРОЕКТИРОВАНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ ВЗРЫВАТЕЛЕЙ, ПРОЕКТИРОВАНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ ВЗРЫВАТЕЛЕЙ, МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЙ ВЗРЫВАТЕЛЕЙ, ЭФФЕКТИВНОСТЬ И НАДЕЖНОСТЬ, ДИАГНОСТИКА СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ.**

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- 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-2 — Способен самостоятельно применять приобретенные математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения инженерных задач
- ОПК-7 — Способен анализировать текущее состояние и тенденции развития оружия и систем вооружения
- ПСК-14 — Способен проектировать и конструировать взрыватели различного назначения
- ПСК-15 — Способен демонстрировать знания принципов действия взрывателей и их функционирования

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 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
4	8	<b>Раздел 1. Введение. Понятие времени и устройства измерения времени.</b> 1.1 Определение времени как априорного геометрического параметра, характеризующего движение и являющегося условием существования изменения. Представление времени в физике и философии. 1.2 Понятия хронометрии, хронометрических приборов, временных устройств. Место и значение временных устройств в науке, технике и быту. 1.3 Временные устройства как составные части программно-аппаратных средств и управляющих систем. 1.4 Краткая история развития хронометрических приборов, временных устройств для взрывателей.	10	4	3	0	1	6	10	10
4	8	<b>Раздел 2. Физические основы построения временных устройств.</b> 2.1 Классификация временных устройств взрывателей, принципиальные схемы, разновидности: механические временные устройства - часовые механизмы, гидравлические, пневматические. 2.2 Временные устройства, основанные на замедлении перемещения деталей с помощью жидкости или воздуха (газов); временные устройства, основанные на пластической деформации деталей; пиротехнические временные устройства; газодинамические и пирогазодинамические временные устройства; электрические временные устройства - конденсаторные, электронные; электрохимические (хемотронные) временные устройства; тепловые (кондукционные) временные устройства, основанные на теплопроводности материалов. 2.3 Показатели качества временных устройств: точность отсчёта времени, помехоустойчивость, энергопотребление, дискретность, диапазон отсчитываемых времён, массогабаритные показатели, технологичность и др.	11	4	3	0	1	7	15	15
4	8	<b>Раздел 3. Основы построения часовых механизмов. Часовые колебательные системы баланс-волосок. Источники энергии, применяемые в часовых механизмах. Колёсная передача.</b> 3.1 Типовые схемы часов. Кинематические схемы. Физические основы функционирования и конструктивные схемы часовых механизмов. Особенности использования во взрывателях к различным боеприпасам. Требования к часовым механизмам. Основные элементы часового механизма: спусковой регулятор, колёсная передача, двигатель. Основные методики расчёта часовых механизмов. 3.2 Спусковые регуляторы, их назначение, разновидности, общие физические основы функционирования, составные части. Параметры спусковых регуляторов. Анализ функционирования спусковых регуляторов с использованием м фазовых и фазово-временных диаграмм. Добротность колебательной системы баланс-волосок. Технология производства и испытания. 3.3 Двигатели часовых механизмов, их разновидности, конструкция составных частей. Расчёт инерционных двигателей, пружинных деталей. Момент спиральной часовой пружины. Способы повышения коэффициента полезного действия. Технологические особенности изготовления двигателей часовых механизмов. 3.4 Колёсная передача, её назначение, составные элементы, профили зубьев, часовое зацепление, передаточное число пары зубчатых колёс и колёсной передачи в целом. Передача момента в колёсной передаче, её коэффициент полезного действия. Учёт сил, действующих на детали колёсной передачи при движении боеприпасов.	24	15	3	8	4	9	15	15
4	8	<b>Раздел 4. Пиротехнические временные устройства взрывателей.</b> 4.1 Основные физические процессы, определяющие функционирование пиротехнического временного устройства. Основы действия, конструктивные схемы. Расчёт времени функционирования (времени горения пиротехнического состава), применяемые пиротехнические составы, быстро- и медленногорящие. 4.2 Достоинства и недостатки пиротехнических временных устройств. Применение пиротехнических временных устройств во взрывателях. Пиротехнические временные устройства с изменяемым временем действия, авторегулируемые. Оценка точности пиротехнических временных устройств.	14	6	2	0	4	8	15	15
4	8	<b>Раздел 5. Гидравлические и пневматические временные устройства.</b> 5.1 Физические основы действия, конструктивные схемы. Расчёт времени действия. Достоинства и недостатки. Применение гидравлических и пневматических временных устройств в качестве псевдоинтеграторов ускорения боеприпасов.	12	6	2	2	2	6	10	10
4	8	<b>Раздел 6. Электрические временные устройства.</b> 6.1 Общая характеристика. Классификация. Физические основы действия . Применение. Конденсаторные временные устройства. Описание принципа действия. Достоинства и недостатки. Анализ процессов заряда и разряда конденсаторов через резистор (идеальный и реальный случаи). 6.2 Анализ процессов функционирования многокаскадного конденсаторного временного устройства. Достоинства и недостатки n-каскадных конденсаторных временных устройств. Примеры схем n-каскадных конденсаторных временных устройств, применяемых во взрывателях. Пути повышения точности конденсаторных временных устройств (метод дифференциального включения относительно порогового элемента, метод опорного	17	6	2	2	2	11	20	20

		напряжения, метод дозирования заряда конденсатора, метод установки конденсаторного временного устройства по временному интервалу). Оценка точности конденсаторного временного устройства. 6.3 Электрохимические временные устройства (устройства не хемотронах). Физические основы действия. Практическое использование. Оценка точности действия.								
4	8	<b>Раздел 7. Электронные временные устройства.</b> 7.1 Общая характеристика, дискретный принцип функционирования, классификация, структурные схемы осведомляющих и управляющих электронных временных устройств. Типовые структуры электронных часов с цифровой индикацией, электронных измерителей интервалов времени (электронных реле времени), управляющих электронных временных устройств, программных реле времени 7.2 Составные части электронного временного устройства (элементная база, обоснование выбора). Задающие генераторы. Обоснование параметров формирования импульсов. Делители частоты и счётчики импульсов. Обоснование выбора в соответствии с требованиями ко взрывателям и предохранительно-исполнительным механизмам. 7.3 Представление двоичных величин электрическими сигналами. Триггеры. Установка электронного временного устройства. Виды и способы установки. Установка числом импульсов, параллельным кодом, по временному интервалу, с применением пробных пусков. Примеры схем электронных временных устройств. Электронные временные устройства с фиксированным временем действия, ручной установкой, установкой от автоматического дистанционного установщика.	20	10	2	5	3	10	15	15
<b>Всего за 8 семестр</b>			108	51	17	17	17	57	100	100
<b>Всего по дисциплине</b>			108	51	17	17	17	57	100	100

### 3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Введение. Понятие времени и устройства измерения времени.	Определение понятия «время» в научных трудах в области физики и философии. Методы измерения времени, эталоны единиц времени. Приборы для измерения времени.	1
2	Раздел 2. Физические основы построения временных устройств.	Рассмотрение классификации временных устройств взрывателей, принципиальные схемы, разновидности. Изучение различных конструкций временных устройств на примерах использования в типовых конструкциях взрывателей.	1
3	Раздел 3. Основы построения часовых механизмов. Часовые колебательные системы баланс-волосок. Источники энергии, применяемые в часовых механизмах. Колёсная передача.	Рассмотрение конструктивных схем часовых механизмов взрывателей.	1
4		Структурная схема часового механизма, составные элементы.	1
5		Оценка основных параметров и технических характеристик часовых механизмов. Основы построения	1
6		Рассмотрение разнообразных конструкций спусковых регуляторов. История развития. Оценка основных параметров спусковых регуляторов.	1
7	Раздел 4. Пиротехнические временные устройства взрывателей.	Рассмотрение конструктивных схем пиротехнических временных устройств, составные элементы.	1
8		Оценка основных параметров и технических характеристик ПВУ.	1
9		Оценка основных параметров и технических характеристик ПВУ.	1
10		Технологические аспекты отработки времени действия и производства пиротехнических временных устройств.	1
11	Раздел 5. Гидравлические и пневматические временные устройства.	Расчёт времени действия. Достоинства и недостатки. Применение гидравлических и пневматических временных устройств в качестве псевдоинтеграторов ускорения боеприпасов.	2
12	Раздел 6. Электрические временные устройства.	Физические основы действия. Применение. Конденсаторные временные устройства.	2

13	Раздел 7. Электронные временные устройства.	Задающие генераторы. Обоснование параметров формирования импульсов. Делители частоты и счётчики импульсов. Обоснование выбора в соответствии с требованиями ко взрывателям и предохранительно-исполнительным механизмам.	3
<b>Всего за 8 семестр</b>			<b>17</b>

### 3.3. Лабораторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного практикума	Объем, ауд. часов
1	Раздел 3. Основы построения часовых механизмов. Часовые колебательные системы баланс-волосок. Источники энергии, применяемые в часовых механизмах. Колёсная передача.	Исследование несвободного спускового регулятора.	2
2		Исследование регулятора без собственных колебаний.	2
3		Исследование часового механизма дистанционного типа.	2
4		Исследование точности часового механизма. Приём выполненных работ.	2
5	Раздел 5. Гидравлические и пневматические временные устройства.	Гидравлический предохранительный механизм. Приём выполненных лабораторных работ.	2
6	Раздел 6. Электрические временные устройства.	Исследование порогового устройства высокоточного конденсаторного временного устройства.	2
7	Раздел 7. Электронные временные устройства.	Исследование электронного временного устройства.	5
<b>Всего за 8 семестр</b>			<b>17</b>

### 3.4. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Введение. Понятие времени и устройства измерения времени.	Ознакомление с учебным планом.	2
2		Проработка перечня рекомендуемой литературы.	2
3		Изучение материалов о физических и философских представлениях понятия "время".	2
4	Раздел 2. Физические основы построения временных устройств.	Физические основы функционирования временных устройств.	1
5		Классификация временных устройств взрывателей.	3
6		Принципиальные схемы построения, разновидности.	3
7	Раздел 3. Основы построения часовых механизмов. Часовые колебательные системы баланс-волосок. Источники энергии, применяемые в часовых механизмах. Колёсная передача.	Рассмотрение основных элементов часового механизма: спусковой регулятор, колёсная передача, двигатель.	1
8		Основы методики расчёта часового механизма применительно к конкретным образцам взрывателей.	2
9		Применение спусковых регуляторов различного типа.	2
10		Рассмотрение двигателей часовых механизмов и их разновидностей. Основные расчёты.	2
11		Рассмотрение колёсной передачи: назначение, составные элементы, профили зубьев, часовое зацепление.	2
12		Рассмотрение основных конструктивных элементов пиротехнических временных устройств.	1
13	Раздел 4. Пиротехнические временные устройства взрывателей.	Физические основы действия, конструктивные схемы во взрывателях для различных видов боеприпасов.	2



14		Определение времени действия.	1
15		Рассмотрение свойств и номенклатуры применяемых порохов и пиротехнических составов.	2
16		Особенности формирования партии пиротехнических временных устройств для комплектования партии изделий.	2
17	Раздел 5. Гидравлические и пневматические временные устройства.	Рассмотрение физических процессов при функционировании гидравлических и пневматических временных устройств.	1
18		Конструктивные схемы и ограничения применимости в различных взрывателях.	2
19		Расчёт времени действия.	1
20		Применение в качестве псевдоинтеграторов ускорения боеприпасов.	2
21	Раздел 6. Электрические временные устройства.	Рассмотрение основных характеристик электрических временных устройств.	2
22		Физические основы функционирования конденсаторных временных устройств. Достоинства и недостатки.	2
23		Анализ процессов заряда и разряда конденсатора через резистор (идеальный и реальный случаи).	2
24		Многокаскадные конденсаторные временные устройства. Примеры схем.	2
25		Пути повышения точности конденсаторных временных устройств (метод дифференциального включения относительно порогового элемента, метод опорного напряжения, метод дозирования заряда конденсатора, метод установки конденсаторного временного устройства по временному интервалу). Оценка точности конденсаторного временного устройства.	2
26		Электрохимические временные устройства (устройства не хемотронах).	1
27	Раздел 7. Электронные временные устройства.	Рассмотрение электронных временных устройств.	2
28		Особенности построения электронного временного устройства взрывателей к различным типам боеприпасов.	1
29		Составные части электронного временного устройства (элементная база, обоснование выбора).	1
30		Представление двоичных величин электрическими сигналами. Триггеры. Счётчики импульсов.	2
31		Принципы построения установки времени действия электронного временного устройства.	2
32		Принципы формирования структурной и принципиальной схем электронного временного устройства.	2
Всего за 8 семестр			57

#### 4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА																17
8				ЛР		ДР		ЛР	Колл	ДР	ЛР		ЛР		ЛР	ДР	Вопр.Диф.Зач, диф. зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ЛР – лабораторная работа;
- Колл – коллоквиум;
- Вопр.Диф.Зач – вопросы к дифференцированному зачету;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

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

- диагностическая работа;
- лабораторная работа;
- коллоквиум;
- вопросы к дифференцированному зачету.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. А. В. Бабкин, В. А. Велданов, Е. Ф. Грязнов. . Средства поражения и боеприпасы. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2008, эл. рес.
2. А. Х. Горохов. . Проектирование, моделирование и надёжность взрывателей и систем управления средствами поражения. Самара: Изд-во СамГТУ, 2013, эл. рес.
3. Г. В. Барбашов, Е. Б. Грецова, А. П. Смирнов. . Пиротехнические и огневые цепи систем управления. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1999, 130 экз.
4. Е. В. Кульков ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. Временные устройства. Ч. 1 Часовые механизмы. БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1995, 55 экз.
5. Е. В. Кульков ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. Временные устройства. Ч. 2 Электронные временные устройства. БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1996, 77 экз.
6. З. М. Аксельрод. . Проектирование часов и часовых систем. М.: Книга по требованию, 2013, эл. рес.
7. Т. Е. Заводова, К. В. Смагин, Н. П. Смирнов. . Альбом конструкций взрывателей. Нижний Тагил: Изд-во фил. НТИИМ, 2022, 30 экз.
8. Электронные временные устройства. БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1996, 77 экз.

### 5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

### 5.3. Периодические издания:

1. Вестник академии военных наук;
2. Вестник военного образования;
3. Вопросы оборонной техники. Серия 16;
4. Научноёмкие технологии;
5. Проблемы машиностроения и автоматизации.

### 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. DjVuReader;
2. Microsoft Office;
3. PROView 32; Matlab 2015a SP1;
4. PTC Mathcad Prime 5.0;
5. Adobe Reader.

#### 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:**

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

### **6.3. Лабораторные занятия:**

1. Плакатные материалы, содержащие общие виды или изображения изделий;
2. Стенд для исследования регулятора без собственных колебаний;
3. Стенд для исследования точности часового механизма;
4. Стенд для исследования гидравлического механизма;
5. Стенд для исследования электронного временного устройства;
6. Легкоразборные образцы изделий;
7. Проектор;
8. Интерактивная доска;
9. Стенд для исследования несвободного спускового регулятора;
10. DjVuReader;
11. Microsoft Office;
12. PROView 32; Matlab 2015a SP1;
13. PTC Mathcad Prime 5.0;
14. Adobe Reader.

### **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 **ВРЕМЕННЫЕ УСТРОЙСТВА** 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 способность проектировать и конструировать взрыватели различного назначения;

ПСК-15 способность демонстрировать знания принципов действия взрывателей и их функционирования.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с подготовкой обучающихся к самостоятельной работе в области проектирования и обоснования выбора оптимального принципа действия временных устройств, предназначенных для комплектации взрывателей и взрывательных устройств различного назначения. Изучаются физические принципы построения временных устройств, теоретические и инженерные основы разработки, основные аспекты производства и испытаний, а также практические навыки экспериментального исследования их основных характеристик.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- лабораторная работа;
- коллоквиум;
- вопросы к дифференцированному зачету.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 з.е., **108 ч**. Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**17 ч.**), практические занятия (**17 ч.**), лабораторный практикум (**17 ч.**), самостоятельная работа студента (**57 ч.**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 51 ч. аудиторных занятий, и 57 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. Понятие времени и устройства измерения времени.		
Ознакомление с учебным планом.	Т. Е. Заводова, К. В. Смагин, Н. П. Смирнов. . Альбом конструкций взрывателей: Нижний Тагил: Изд-во фил. НТИИМ, 2022 (Все разделы) З. М. Аксельрод. . Проектирование часов и часовых систем: М.: Книга по требованию, 2013 (Глава 1)	2
Проработка перечня рекомендуемой литературы.		2
Изучение материалов о физических и философских представлениях понятия "время".		2
Итого по разделу 1		6
Раздел 2. Физические основы построения временных устройств.		
Физические основы функционирования временных устройств.	Электронные временные устройства: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1996 (Раздел 1) А. Х. Горохов. . Проектирование, моделирование и надёжность взрывателей и систем управления средствами поражения: Самара: Изд-во СамГТУ, 2013 (Раздел 1) Е. В. Кульков ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. Временные устройства. Ч. 1 Часовые механизмы: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1995 (Раздел 1) А. В. Бабкин, В. А. Велданов, Е. Ф. Грязнов. . Средства поражения и боеприпасы: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2008 (Глава 3)	1
Классификация временных устройств взрывателей.		3
Принципиальные схемы построения, разновидности.		3
Итого по разделу 2		7
Раздел 3. Основы построения часовых механизмов. Часовые колебательные системы баланс-волосок. Источники энергии, применяемые в часовых механизмах. Колёсная передача.		
Рассмотрение основных элементов часового механизма: спусковой регулятор, колёсная передача, двигатель.	А. Х. Горохов. . Проектирование, моделирование и надёжность	1
Основы методики расчёта часового механизма		2

применительно к конкретным образцам взрывателей.	взрывателей и систем управления средствами поражения: Самара: Изд-во СамГТУ, 2013 (Раздел 1, страницы 19-21)	2
Применение спусковых регуляторов различного типа.	З. М. Аксельрод. .	2
Рассмотрение двигателей часовых механизмов и их разновидностей. Основные расчёты.	Проектирование часов и часовых систем: М.: Книга по требованию, 2013 (Главы 1, 2)	2
Рассмотрение колёсной передачи: назначение, составные элементы, профили зубьев, часовое зацепление.	Е. В. Кульков ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. Временные устройства. Ч. 1 Часовые механизмы: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1995 (Все разделы)	2
Итого по разделу 3		9
<b>Раздел 4. Пиротехнические временные устройства взрывателей.</b>		
Рассмотрение основных конструктивных элементов пиротехнических временных устройств.	А. Х. Горохов. . Проектирование, моделирование и надёжность взрывателей и систем управления средствами поражения: Самара: Изд-во СамГТУ, 2013 (Раздел 1, страницы 19-21)	1
Физические основы действия, конструктивные схемы во взрывателях для различных видов боеприпасов.	Г. В. Барбашов, Е. Б. Грецова, А. П. Смирнов. .	2
Определение времени действия.	Пиротехнические и огневые цепи систем управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1999 (Все разделы)	1
Рассмотрение свойств и номенклатуры применяемых порохов и пиротехнических составов.		2
Особенности формирования партии пиротехнических временных устройств для комплектования партии изделий.		2
Итого по разделу 4		8
<b>Раздел 5. Гидравлические и пневматические временные устройства.</b>		
Рассмотрение физических процессов при функционировании гидравлических и пневматических временных устройств.	Г. В. Барбашов, Е. Б. Грецова, А. П. Смирнов. . Пиротехнические и огневые цепи систем управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1999 (Все разделы)	1
Конструктивные схемы и ограничения применимости в различных взрывателях.	А. Х. Горохов. . Проектирование, моделирование и надёжность взрывателей и систем управления средствами поражения: Самара: Изд-во СамГТУ, 2013 (Раздел 1, страницы 10-22)	2
Расчёт времени действия.		1
Применение в качестве псевдоинтеграторов ускорения боеприпасов.		2
Итого по разделу 5		6
<b>Раздел 6. Электрические временные устройства.</b>		
Рассмотрение основных характеристик электрических временных устройств.	А. Х. Горохов. . Проектирование, моделирование и надёжность взрывателей и систем управления средствами поражения: Самара: Изд-во СамГТУ, 2013 (Раздел 1, страницы 10-22)	2
Физические основы функционирования конденсаторных временных устройств. Достоинства и недостатки.	З. М. Аксельрод. .	2
Анализ процессов заряда и разряда конденсатора через резистор (идеальный и реальный случаи).	Проектирование часов и	2
Многокаскадные конденсаторные временные устройства. Примеры схем.		2
Пути повышения точности конденсаторных временных		2



устройств (метод дифференциального включения относительно порогового элемента, метод опорного напряжения, метод дозирования заряда конденсатора, метод установки конденсаторного временного устройства по временному интервалу). Оценка точности конденсаторного временного устройства.	часовых систем: М.: Книга по требованию, 2013 (Глава 8) Е. В. Кульков ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. Временные устройства. Ч. 2 Электронные временные устройства: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1996 (Разделы 1, 2)	
Электрохимические временные устройства (устройства не хемотронах).		1
Итого по разделу 6		11
Раздел 7. Электронные временные устройства.		
Рассмотрение электронных временных устройств.	Е. В. Кульков ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. Временные устройства. Ч. 2 Электронные временные устройства: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1996 (Все разделы) З. М. Аксельрод. . Проектирование часов и часовых систем: М.: Книга по требованию, 2013 (Глава 3) А. Х. Горохов. . Проектирование, моделирование и надёжность взрывателей и систем управления средствами поражения: Самара: Изд-во СамГТУ, 2013 (Раздел 1, страницы 10-22)	2
Особенности построения электронного временного устройства взрывателей к различным типам боеприпасов.		1
Составные части электронного временного устройства (элементная база, обоснование выбора).		1
Представление двоичных величин электрическими сигналами. Триггеры. Счётчики импульсов.		2
Принципы построения установки времени действия электронного временного устройства.		2
Принципы формирования структурной и принципиальной схем электронного временного устройства.		2
Итого по разделу 7		10

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- коллоквиум;
- лабораторная работа;
- вопросы к дифференцированному зачету;
- дифференцированный зачет.

### 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 дифференцированного зачёта; оценка за коллоквиум учитывается при выставлении оценки по итогам дифференцированного зачёта.

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".

Ориентировочный перечень вопросов, выносимых на коллоквиум.

1. Понятие времени, приборы измерения времени, временные устройства.
2. История развития временных устройств для взрывателей боеприпасов.
3. Общие физические основы функционирования временных устройств различных видов как изменение состояния физических или физико-химических процессов во времени.
4. Классификация временных устройств. Физические основы функционирования временных устройств.
5. Методы измерения времени, эталоны единиц времени. Приборы для измерения времени.
6. Особенности временных устройств взрывателей. Диапазон отсчитываемого времени различных функциональных устройств взрывателей.
7. Часовые механизмы. Особенности часовых механизмов взрывателей.
8. Физические основы функционирования и конструктивные схемы часовых механизмов.
9. Основные элементы часовых механизмов: двигатель, колёсная передача (КП), спусковой регулятор.
10. Спусковые регуляторы с собственными колебаниями (с возвращающей силой). Физические основы их действия как колебательной системы.
11. Фазовые и фазово-временные диаграммы колебаний баланса. Теорема Эри.
12. Спусковые регуляторы без собственных колебаний (без возвращающей силы). Физические основы их действия как колебательной системы. Период колебаний баланса.

13. Колёсная передача в часовом механизме, её назначение; составные элементы, профили зубьев. Основные расчеты.

### **Лабораторная работа**

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

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 пройденным при отсутствии у обучающегося отметок "неудовлетворительно" за лабораторные работы.

### **Вопросы к дифференцированному зачету**

Ориентировочный перечень вопросов к зачёту.

1. Понятие времени, приборы измерения времени, временные устройства.
2. История развития временных устройств для взрывателей боеприпасов.
3. Общие физические основы функционирования временных устройств различных видов как изменение состояния физических или физико-химических процессов во времени.
4. Классификация временных устройств. Физические основы функционирования временных устройств.
5. Методы измерения времени, эталоны единиц времени. Приборы для измерения времени.
6. Особенности временных устройств взрывателей. Диапазон отсчитываемого времени различных функциональных устройств взрывателей.
7. Часовые механизмы. Особенности часовых механизмов взрывателей.
8. Физические основы функционирования и конструктивные схемы часовых механизмов.
9. Основные элементы часовых механизмов: двигатель, колёсная передача (КП), спусковой регулятор.
10. Спусковые регуляторы с собственными колебаниями (с возвращающей силой). Физические основы их действия как колебательной системы.
11. Фазовые и фазово-временные диаграммы колебаний баланса. Теорема Эри.
12. Спусковые регуляторы без собственных колебаний (без возвращающей силы). Физические основы их действия как колебательной системы. Период колебаний баланса.
13. Колёсная передача в часовом механизме, её назначение; составные элементы, профили зубьев. Основные расчеты.
14. Пиротехнические временные устройства. Достоинства и недостатки пиротехнических временных устройств.
15. Применение пиротехнических временных устройств во взрывателях.
16. Физические основы функционирования пиротехнических временных устройств, время функционирования.
17. Конструктивные схемы пиротехнических временных устройств, применяемые пиротехнические составы.
18. Применяемые пороха и пиротехнические составы - быстро- и медленногорящие, в пиротехнических временных устройствах различного назначения.
19. Формирование партии из групп однородных пиротехнических временных устройств.
20. Общая характеристика электрических временных устройств взрывателей.
21. Временные устройства на хемотронах. Физические основы функционирования.
22. Конденсаторные временные устройства. Физические основы простейших конденсаторных временных устройств, построенных по схеме RC-цепочки
23. Электронные временные устройства. Общая характеристика, дискретный принцип функционирования, структурные схемы электронных временных устройств.
24. Установка времени действия электронных временных устройств. Виды и способы установки.
25. Задающие генераторы, формирователи импульсов для электронных временных устройств. Делители частоты. Представление чисел в двоичном коде.
26. Триггеры как основа счетчиков импульсов и делителей частоты.

### **Дифференцированный зачет**

Вопросы к дифференцированному зачёту оформляются в виде билета. Билет включает в себя два теоретических вопроса и задачу.

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.

Паспорт фонда оценочных средств

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	
4	8	Раздел 1. Введение. Понятие времени и устройства измерения времени.	10	4	3	0	1	6	10	10	Лабораторная работа, Коллоквиум
4	8	Раздел 2. Физические основы построения временных устройств.	11	4	3	0	1	7	15	15	Лабораторная работа, Коллоквиум
4	8	Раздел 3. Основы построения часовых механизмов. Часовые колебательные системы баланс-волосок. Источники энергии, применяемые в часовых механизмах. Колёсная передача.	24	15	3	8	4	9	15	15	Лабораторная работа, Коллоквиум
4	8	Раздел 4. Пиротехнические временные устройства взрывателей.	14	6	2	0	4	8	15	15	Лабораторная работа
4	8	Раздел 5. Гидравлические и пневматические временные устройства.	12	6	2	2	2	6	10	10	Лабораторная работа
4	8	Раздел 6. Электрические временные устройства.	17	6	2	2	2	11	20	20	Лабораторная работа
4	8	Раздел 7. Электронные временные устройства.	20	10	2	5	3	10	15	15	Лабораторная работа, Вопросы к дифференцированному зачету
Всего за 8 семестр			108	51	17	17	17	57	100	100	

<b>Всего по дисциплине</b>	108	51	17	17	17	57	100	100	
----------------------------	-----	----	----	----	----	----	-----	-----	--

## Критерии оценивания

### ПСК-14

#### *Вопросы открытого типа:*

- № 1 Спецпредмет
- № 2 Спецпредмет
- № 3 Спецпредмет
- № 4 Спецпредмет
- № 5 Спецпредмет
- № 6 Спецпредмет
- № 7 Спецпредмет
- № 8 Спецпредмет
- № 9 Спецпредмет
- № 10 Спецпредмет

#### *Вопросы закрытого типа:*

- № 1 Спецпредмет
- № 2 Спецпредмет
- № 3 Спецпредмет
- № 4 Спецпредмет
- № 5 Спецпредмет
- № 6 Спецпредмет
- № 7 Спецпредмет
- № 8 Спецпредмет
- № 9 Спецпредмет
- № 10 Спецпредмет

### ПСК-15

#### *Вопросы открытого типа:*

- № 1 Спецпредмет
- № 2 Спецпредмет
- № 3 Спецпредмет
- № 4 Спецпредмет
- № 5 Спецпредмет
- № 6 Спецпредмет
- № 7 Спецпредмет
- № 8 Спецпредмет
- № 9 Спецпредмет
- № 10 Спецпредмет

#### *Вопросы закрытого типа:*

- № 1 Спецпредмет
- № 2 Спецпредмет
- № 3 Спецпредмет
- № 4 Спецпредмет
- № 5 Спецпредмет
- № 6 Спецпредмет
- № 7 Спецпредмет
- № 8 Спецпредмет
- № 9 Спецпредмет
- № 10 Спецпредмет