

УТВЕРЖДАЮ  
 Декан факультета

\_\_\_\_\_ Знаменский Е.А.

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ДАТЧИКИ ИНТЕРВАЛОВ ВРЕМЕНИ И УСТАНОВОЧНЫЕ 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: 2026

Программу составили:

Кафедра Е6 АВТОНОМНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ И  
УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ

Жилин Владимир Николаевич, к.т.н., доцент, доцент

Кафедра Е6 АВТОНОМНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ И  
УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ

Смирнов Андрей Александрович, старший преподаватель

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**

## **ДАТЧИКИ ИНТЕРВАЛОВ ВРЕМЕНИ И УСТАНОВОЧНЫЕ 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:

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:*

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

структуры системы проектирования временных устройств на различных принципах действия;

показателей точности действия в соотношении с функционированием объектов;

структуры и состава технических требований, предъявляемых к временным устройствам;

технического регламента проектирования изделий;

*умения:*

математически описывать базовые процессы функционирования временных устройств;

применять методы обработки результатов испытаний механизмов времени;

составлять математические модели, описывающие условия функционирования временных устройств;

*навыки:*

построения фазовых и фазово-временных диаграмм осцилляторов различного типа.

### **ПК-3**

*знания:*

основных элементов временных устройств;

*умения:*

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

разрабатывать методы регистрации и систематизации результатов испытаний временных устройств;

*навыки:*

находить основные статистические параметры точности действия временных устройств на различных принципах действия.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ДАТЧИКИ ИНТЕРВАЛОВ ВРЕМЕНИ И УСТАНОВОЧНЫЕ 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: **ФИЗИКА, ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА, ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА, ТЕОРИЯ МЕХАНИЗМОВ И МАШИН, ЭЛЕКТРО-РАДИОКОМПОНЕНТЫ АВТОНОМНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ И УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ, ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ВЗРЫВАТЕЛЕЙ, СХЕМОТЕХНИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ УЗЛОВ ВЗРЫВАТЕЛЕЙ, АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ ВЗРЫВАТЕЛЕЙ, РАДИОФИЗИКА.**

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ПРОЕКТИРОВАНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ ВЗРЫВАТЕЛЕЙ, ДИСКРЕТНЫЕ ЭЛЕКТРОННЫЕ УСТРОЙСТВА ВЗРЫВАТЕЛЕЙ, ПРОЕКТИРОВАНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ ВЗРЫВАТЕЛЕЙ, МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЙ ВЗРЫВАТЕЛЕЙ, ЭФФЕКТИВНОСТЬ И НАДЕЖНОСТЬ, МИКРОЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ 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-2 — Способен самостоятельно применять приобретенные математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения инженерных задач
- 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

### 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		ПК-1	ПК-3
4	8	<b>Раздел 1. Введение. Понятие времени и устройства измерения времени.</b> Определение времени как априорного геометрического параметра, характеризующего движение и являющегося условием существования изменения. Представление времени в физике и философии. Понятие интервалов времени. Практические способы измерения интервалов времени. Интервалы времени, измеряемые во взрывательной технике. Место и значение датчиков интервалов времени в науке, технике и быту. Датчики интервалов времени как составные части программно-аппаратных средств и управляющих систем. Краткая история развития измерения времени. Датчики интервалов времени взрывателей.	9	3	2	0	1	6	15	15
4	8	<b>Раздел 2. Физические основы построения датчиков интервалов времени.</b> Классификация датчиков интервалов времени взрывателей, принципиальные схемы, разновидности. Датчики интервалов времени однократные и повторяющиеся. Установочные устройства, определение. Структура установочных устройств датчиков интервалов времени во взрывателях. Принципы построения. Требования. Показатели качества датчиков интервалов времени и установочных устройств: точность, помехоустойчивость, энергопотребление, дискретность, диапазон отсчитываемых времен, массогабаритные показатели, технологичность и др.	9	3	2	0	1	6	10	10
4	8	<b>Раздел 3. Основы построения датчиков интервалов времени на использовании часовых механизмов.</b> 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 ЧМ: спусковой регулятор, колесная передача, двигатель. Установочные устройства часовых механизмов. Основы методики расчета ЧМ. Часовые колебательные системы баланс-волосок. Спусковые регуляторы и их назначение, разновидности, общие физические основы функционирования, составные части. Параметры спусковых регуляторов. Анализ функционирования спусковых регуляторов с использованием фазовых и фазово-временных диаграмм. Добротность колебательной системы баланс-волосок. Технология производства и испытания. Источники энергии, применяемые в часовых механизмах. Двигатели ЧМ, их разновидности, конструкция составных частей. Расчет инерционных двигателей, пружинных двигателей. Момент спиральной часовой пружины. Способы повышения коэффициента полезного действия. Технологические особенности изготовления двигателей ЧМ. Колесная передача (КП), ее назначение; составные элементы, профили зубьев, часовое зацепление; передаточное число пары зубчатых колес и КП в целом; передача момента в КП; КПД КП. Учет сил, действующих а детали КП при движении боеприпаса.	26	16	4	8	4	10	10	10
4	8	<b>Раздел 4. Пиротехнические датчики интервалов времени взрывателей (ПВУ).</b> Основные физические процессы, определяющие функционирование ПВУ. Основы действия, конструктивные схемы. Расчет времени функционирования (времени горения пиротехнического состава), применяемые в них пиротехнические составы, быстро- и медленно горящие. Достоинства и недостатки ПВУ. Применение ПВУ во взрывателях. ПВУ с изменяемым временем действия, авторегулируемые ПВУ. Оценка точности ПВУ. Установочные устройства пиротехнических датчиков с изменяемыми интервалами времени. Особенности производства ПВУ. Краткие сведения о технологии изготовления и о контроле времени действия. Формирование партии ПВУ для комплектования партии взрывателей.	17	8	4	0	4	9	20	20
4	8	<b>Раздел 5. Гидравлические и пневматические датчики интервалов времени.</b> Физические основы действия, конструктивные схемы. Расчет времени их действия. Достоинства и недостатки. Применение гидравлических и пневматических датчиков интервалов времени в качестве псевдоинтеграторов ускорения движущихся объектов (БП). Установочные устройства.	9	3	1	2	0	6	20	20
4	8	<b>Раздел 6. Электрические датчики интервалов времени.</b> Общая характеристика. Классификация. Физические основы действия. Применение. Конденсаторные датчики интервалов времени (КВУ). Описание принципа действия. Достоинства и недостатки. Анализ процесса заряда и разряда конденсаторов через резистор (идеальные и реальный случаи). Анализ процессов функционирования многокаскадного КВУ. Достоинства и недостатки п-каскадных КВУ, применяемых во взрывателях. Пути повышения точности КВУ. (Метод дифференцированного включения относительно порогового элемента, метод опорного напряжения, метод дозирования заряда конденсаторов, метод установки КВУ по временному интервалу). Оценка точности КВУ. Установочные устройства. Электрохимические датчики интервалов времени (устройства на хемотронах). Физические основы действия. Практическое использование. Оценка точности действия.	15	7	2	2	3	8	10	10
4	8	<b>Раздел 7. Электронные датчики интервалов времени (ЭВУ).</b>	23	11	2	5	4	12	15	15

	Общая характеристика, дискретный принцип функционирования, классификация, структурные схемы осведомляющих и управляющих ЭВУ. Типовые структуры электронных часов с цифровой индикацией, электронных измерителей интервалов времени (электронных реле времени), управляющих ЭВУ, программных реле времени. Составные части ЭВУ (элементная база, обоснование выбора). Задающие генераторы. Обоснование параметров формирования импульсов. Делители частоты и счетчики импульсов. Обоснование выбора в соответствии с требованиями к взрывателям и к предохранительным исполнительным устройствам. Представление двоичных величин электрическими сигналами. Триггеры. Установочные устройства ЭВУ. Виды и способы установки. Установка числом импульсов, параллельным кодом, по временному интервалу, с применением пробных пусков. Примеры схем ЭВУ. ЭВУ с фиксированным временем действия, с ручной установкой, с установкой от автоматического дистанционного установщика.								
Всего за 8 семестр		108	51	17	17	17	57	100	100
Всего по дисциплине		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 датчиков интервалов времени.	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 датчиков интервалов времени на использовании часовых механизмов.	Рассмотрение разнообразных конструкций спусковых регуляторов. История развития. Оценка основных параметров спусковых регуляторов.	1
4		Рассмотрение конструктивных схем часовых механизмов взрывателей.	1
5		Структурная схема часового механизма, составные элементы.	1
6		Оценка основных параметров и технических характеристик часовых механизмов. Основы построения.	1
7	Раздел 4. Пиротехнические датчики интервалов времени взрывателей (ПВУ).	Рассмотрение конструктивных схем пиротехнических временных устройств, составные элементы.	1
8		Оценка основных параметров и технических характеристик ПВУ.	1
9		Рассмотрение конструкций типовых взрывателей с пиротехническими временными устройствами.	1
10		Технологические аспекты отработки времени действия и производства пиротехнических временных устройств.	1
11	Раздел 6. Электрические датчики интервалов времени.	Рассмотрение конструктивных и принципиальных схем конденсаторных временных устройств в типовых конструкциях взрывателей.	1
12		Методы повышения точности конденсаторных временных устройств. Оценочные расчеты времени и точности действия.	1
13		Рассмотрение разнообразных конструкций спусковых регуляторов. История развития. Оценка основных параметров спусковых регуляторов.	1
14		Рассмотрение принципиальных и конструктивных схем электронных временных устройств взрывателей (ЭВУ).	1
15		Оценка параметров и элементов схем.	1
16	Раздел 7. Электронные датчики интервалов времени (ЭВУ).	Проведение оценочных расчетов дискретности и точности действия.	1
17		Рассмотрение разнообразных методов установки времени действия. Оценка преимуществ и недостатков различных методов.	1

<b>Всего за 8 семестр</b>	17
---------------------------	----

### 3.3. Лабораторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного практикума	Объем, ауд. часов
1	Раздел 3. Основы построения датчиков интервалов времени на использовании часовых механизмов.	Исследование несвободного спускового регулятора.	2
2		Исследование регулятора без собственных колебаний.	2
3		Исследование часового механизма дистанционного типа.	2
4		Исследование точности часового механизма. Прием выполненных лабораторных работ.	2
5	Раздел 5. Гидравлические и пневматические датчики интервалов времени.	Гидравлический предохранительный механизм. Прием выполненных лабораторных работ.	2
6	Раздел 6. Электрические датчики интервалов времени.	Исследование порогового устройства высокоточного конденсаторного датчика интервалов времени.	2
7	Раздел 7. Электронные датчики интервалов времени (ЭВУ).	Исследование электронных датчиков интервалов времени.	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.	1. Проработка перечня литературы.	2
2	Понятие времени и устройства измерения времени.	2. Изучение материалов о философских и физических представлениях понятия "время".	2
3		3. Ознакомление с учебным планом.	2
4		3. Принципиальные схемы, разновидности.	2
5	Раздел 2. Физические основы построения датчиков интервалов времени.	2. Классификация датчиков интервалов времени.	2
6		1. Физические основы функционирования датчиков интервалов времени.	2
7		1. Рассмотрение основных элементов ЧМ: спусковой регулятор, колесная передача, двигатель.	2
8	Раздел 3. Основы построения датчиков интервалов времени на использовании часовых механизмов.	2. Основы методики расчета ЧМ применительно к конкретным образцам взрывателей.	2
9		3. Применение спусковых регуляторов различного типа.	2
10		4. Рассмотрение двигателей ЧМ, их разновидности. Основные расчеты.	2
11		5. Рассмотрение колесной передачи (КП) - назначение составных элементов, профили зубьев, часовое зацепление.	2
12		1. Рассмотрение основных конструктивных элементов пиротехнических датчиков интервалов времени (ПВУ).	2
13	Раздел 4. Пиротехнические датчики интервалов времени взрывателей (ПВУ).	2. Физические основы действия, конструктивные схемы во взрывателях для различных видов б/п.	2
14		3. Определение времени действия.	2
15		4. Рассмотрение средств и номенклатуры применяемых порохов и пиротехнических составов.	1
16		5. Особенности формирования партии ПВУ для комплектования партии изделий.	2
17	Раздел 5. Гидравлические и	1. Рассмотрение физических процессов при функционировании гидравлических и пневматических датчиков интервалов времени.	2



18	пневматические датчики интервалов времени.	2. Конструктивные схемы и ограничения применимости в различных взрывателях.	1
19		3. Расчет времени их действия.	2
20		4. Применение в качестве псевдо-интеграторов ускорения движущихся объектов (б/п).	1
21	Раздел 6. Электрические датчики интервалов времени.	3. Анализ процессов заряда и разряда конденсаторов через резистор (идеальный и реальный случаи).	1
22		4. Многокаскадные конденсаторные датчики интервалов времени. Примеры схем.	2
23		5. Пути повышения точности КВУ (метод дифференциального включения относительно порогового элемента, метод опорного напряжения, метод дозирования заряда конденсаторов, метод установки КВУ по временному интервалу). Оценка точности КВУ.	1
24		1. Рассмотрение основных характеристик электрических датчиков интервалов времени.	1
25		2. Физические основы функционирования конденсаторных датчиков интервалов времени (КВУ). Достоинства и недостатки.	2
26		6. Электрохимические датчики интервалов времени (устройства на хемотронах).	1
27		Раздел 7. Электронные датчики интервалов времени (ЭВУ).	1. Рассмотрение электронных датчиков интервалов времени (ЭВУ).
28	2. Принципы формирования структурной и принципиальной схем ЭВУ.		2
29	3.Составные части ЭВУ (их перечень, назначение).		2
30	4. Представление двоичных величин электрическими сигналами. Триггеры. Счетчики импульсов.		2
31	5. Принципы построения установки времени действия ЭВУ.		2
32	6. Особенности построения ЭВУ взрывателей к различным типам взрывателей.		2
Всего за 8 семестр			57

#### 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
<b>8</b>				ЛР		ДР			Колл	ДР				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. . Боеприпасы. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2019, 200 экз.
2. А. П. Смирнов, Е. Б. Грецова, С. А. Карпов. . Проектирование и расчёт упругих элементов в механизмах взрывателей боеприпасов различного назначения. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016, 40 экз.
3. А. Х. Горохов. . Проектирование, моделирование и надёжность взрывателей и систем управления средствами поражения. Самара: Изд-во СамГТУ, 2013, эл. рес.
4. 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.
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. Е. В. Кульков ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. Временные устройства. Ч. 1 Часовые механизмы. БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1995, 55 экз.
7. З. М. Аксельрод. . Проектирование часов и часовых систем. М.: Книга по требованию, 2013, эл. рес.

### 5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

### 5.3. Периодические издания:

не требуются.

### 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. PTC Mathcad Prime 5.0;
2. PROView 32; Matlab 2015a SP1.

### 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. Проектор;
2. PTC Mathcad Prime 5.0;
3. PROView 32; Matlab 2015a SP1.

### **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 **ДАТЧИКИ ИНТЕРВАЛОВ ВРЕМЕНИ И УСТАНОВОЧНЫЕ 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*:

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 подготовкой студентов к самостоятельной работе в области обоснования выбора оптимального принципа действия и проектирования датчиков интервалов времени и установочных устройств для взрывателей и взрывательных устройств различного назначения: изучение физических принципов построения, нормативной документации, теоретические и инженерные основы разработки датчиков интервалов времени и установочных устройств, основные аспекты производства и испытаний, практические навыки экспериментального исследования 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.		
1. Проработка перечня литературы.	3. М. Аксельрод. . Проектирование часов и часовых систем: М.: Книга по требованию, 2013 (Глава 1)	2
2. Изучение материалов о философских и физических представлениях понятия "время".		2
3. Ознакомление с учебным планом.		2
Итого по разделу 1		6
Раздел 2. Физические основы построения датчиков интервалов времени.		
3. Принципиальные схемы, разновидности.	Е. В. Кульков ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. Временные устройства. Ч. 2 Электронные временные устройства: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1996 (Раздел 1)	2
2. Классификация датчиков интервалов времени.	А. Х. Горохов. . Проектирование, моделирование и надёжность взрывателей и систем управления средствами поражения: Самара: Изд-во СамГТУ, 2013 (Раздел 1)	2
1. Физические основы функционирования датчиков интервалов времени.	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. . Боеприпасы: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2019 (Глава 3)	2
Итого по разделу 2		6
Раздел 3. Основы построения датчиков интервалов времени на использовании часовых механизмов.		
1. Рассмотрение основных элементов ЧМ: спусковой регулятор, колесная передача, двигатель.	3. М. Аксельрод. . Проектирование часов и часовых систем: М.: Книга по требованию, 2013 (Главы 1, 2)	2
2. Основы методики расчета ЧМ применительно к конкретным образцам взрывателей.	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
3. Применение спусковых регуляторов различного типа.	А. Х. Горохов. . Проектирование, моделирование и надёжность взрывателей и систем управления средствами поражения: Самара: Изд-во СамГТУ, 2013 (Раздел 1, стр. 19-21)	2
4. Рассмотрение двигателей ЧМ, их разновидности. Основные расчеты.		2
5. Рассмотрение колесной передачи (КП) - назначение составных элементов, профили		2

зубьев, часовое зацепление.		
Итого по разделу 3		10
<b>Раздел 4. Пиротехнические датчики интервалов времени взрывателей (ПВУ).</b>		
1. Рассмотрение основных конструктивных элементов пиротехнических датчиков интервалов времени (ПВУ).	А. Х. Горохов. . Проектирование, моделирование и надёжность взрывателей и систем управления средствами поражения: Самара: Изд-во СамГТУ, 2013 (Раздел 1, стр. 19-21)	2
2. Физические основы действия, конструктивные схемы во взрывателях для различных видов б/п.	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)	2
3. Определение времени действия.	А. П. Смирнов, Е. Б. Грецова, С. А. Карпов. . Проектирование и расчёт упругих элементов в механизмах взрывателей боеприпасов различного назначения: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (Стр. 14-27)	2
4. Рассмотрение средств и номенклатуры применяемых порохов и пиротехнических составов.		1
5. Особенности формирования партии ПВУ для комплектования партии изделий.		2
Итого по разделу 4		9
<b>Раздел 5. Гидравлические и пневматические датчики интервалов времени.</b>		
1. Рассмотрение физических процессов при функционировании гидравлических и пневматических датчиков интервалов времени.	А. Х. Горохов. . Проектирование, моделирование и надёжность взрывателей и систем управления средствами поражения: Самара: Изд-во СамГТУ, 2013 (Раздел 1, стр. 10-22)	2
2. Конструктивные схемы и ограничения применимости в различных взрывателях.	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
3. Расчет времени их действия.		2
4. Применение в качестве псевдо-интеграторов ускорения движущихся объектов (б/п).		1
Итого по разделу 5		6
<b>Раздел 6. Электрические датчики интервалов времени.</b>		
3. Анализ процессов заряда и разряда конденсаторов через резистор (идеальный и реальный случаи).		1
4. Многокаскадные конденсаторные датчики интервалов времени. Примеры схем.	3. М. Аксельрод. . Проектирование часов и часовых систем: М.: Книга по требованию, 2013 (Глава 8)	2
5. Пути повышения точности КВУ (метод дифференциального включения относительно порогового элемента, метод опорного напряжения, метод дозирования заряда конденсаторов, метод установки КВУ по временному интервалу). Оценка точности КВУ.	А. Х. Горохов. . Проектирование, моделирование и надёжность взрывателей и систем управления средствами поражения: Самара: Изд-во СамГТУ, 2013 (Раздел 1, стр. 10-22)	1
1. Рассмотрение основных характеристик электрических датчиков интервалов времени.	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.)	1
2. Физические основы функционирования конденсаторных датчиков интервалов времени (КВУ). Достоинства и недостатки.		2
6. Электрохимические датчики интервалов времени (устройства на хемотронах).		1
Итого по разделу 6		8
<b>Раздел 7. Электронные датчики интервалов времени (ЭВУ).</b>		
1. Рассмотрение электронных датчиков интервалов времени (ЭВУ).	3. М. Аксельрод. . Проектирование часов и часовых систем: М.: Книга по требованию, 2013 (Глава 3)	2
2. Принципы формирования структурной и принципиальной схем ЭВУ.	А. Х. Горохов. . Проектирование, моделирование и надёжность взрывателей и систем управления	2
3. Составные части ЭВУ (их перечень, назначение).		2

4. Представление двоичных величин электрическими сигналами. Триггеры. Счетчики импульсов.	средствами поражения: Самара: Изд-во СамГТУ, 2013 (Раздел 1, стр. 10-22) Е. В. Кульков ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. Временные устройства.	2
5. Принципы построения установки времени действия ЭВУ.	Ч. 2 Электронные временные устройства: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1996 (Все разделы)	2
6. Особенности построения ЭВУ взрывателей к различным типам взрывателей.		2
Итого по разделу 7		12

## 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.

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 и 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**

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.

Билеты на дифференцированный зачёт оформляются в виде билета. В билет включается два теоретических вопроса и практическое задание.

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	
4	8	Раздел 1. Введение. Понятие времени и устройства измерения времени.	9	3	2	0	1	6	15	15	Коллоквиум, Лабораторная работа
4	8	Раздел 2. Физические основы построения датчиков интервалов времени.	9	3	2	0	1	6	10	10	Коллоквиум, Лабораторная работа
4	8	Раздел 3. Основы построения датчиков интервалов времени на использовании часовых механизмов.	26	16	4	8	4	10	10	10	Лабораторная работа, Коллоквиум
4	8	Раздел 4. Пиротехнические датчики интервалов времени взрывателей (ПВУ).	17	8	4	0	4	9	20	20	Коллоквиум, Лабораторная работа
4	8	Раздел 5. Гидравлические и пневматические датчики интервалов времени.	9	3	1	2	0	6	20	20	Лабораторная работа
4	8	Раздел 6. Электрические датчики интервалов времени.	15	7	2	2	3	8	10	10	Лабораторная работа
4	8	Раздел 7. Электронные датчики интервалов времени (ЭВУ).	23	11	2	5	4	12	15	15	Лабораторная работа, Вопросы к дифференцированному зачету
Всего за 8 семестр			108	51	17	17	17	57	100	100	
Всего по дисциплине			108	51	17	17	17	57	100	100	

