

УТВЕРЖДАЮ
 Декан факультета

 (подпись) Суслин А. В.
 ФИО
 «___» _____ 20__

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ТЕОРИЯ ПОСТРОЕНИЯ ВРЕМЕННЫХ УСТРОЙСТВ

Направление/специальность подготовки	27.04.04 Управление в технических системах
Специализация/профиль/программа подготовки	Цифровая обработка сигналов в автономных системах управления
Уровень высшего образования	Магистратура
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	10	3	108	34	17	0	17	74	0	0	74	зач.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

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

27.04.04 Управление в технических системах

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 ТЕОРИЯ ПОСТРОЕНИЯ ВРЕМЕННЫХ УСТРОЙСТВ

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-4.3 — способность проводить проектно-конструкторские работы по созданию электромеханических и микромеханических устройств систем управления действием малогабаритных летательных аппаратов
ПСК-4.4 — способность разрабатывать комплексированные многофункциональные автономные информационные системы для управления движением малогабаритных летательных аппаратов

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ПСК-4.3

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;

умения:

разрабатывать математические описания базовых процессов функционирования временных устройств;

применять методы обработки результатов испытаний механизмов времени;

навыки:

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

применять математические модели, описывающие условия функционирования временных устройств.

ПСК-4.4

знания:

структуры и состава технических требований, предъявляемых к временным устройствам;

технического регламента проектирования изделий;

физических основ функционирования и условий эксплуатации временных устройств;

основ построения временных устройств;

умения:

рассчитывать основные элементы временных устройств;

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

разрабатывать методы регистрации и систематизации результатов испытаний временных устройств;

навыки:

строить фазовые и фазово-временные диаграммы осцилляторов различного типа;

анализировать технологические аспекты обеспечения точности действия временных устройств.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ТЕОРИЯ ПОСТРОЕНИЯ ВРЕМЕННЫХ УСТРОЙСТВ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *27.04.04 Управление в технических системах*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА В НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ, ПРОЕКТИРОВАНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ, ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ, МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ.**

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ АВТОНОМНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ И УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ, МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЙ АВТОНОМНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ И УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ, МИКРОЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ, НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА, ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ (ПРОЕКТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ) ПРАКТИКА.**

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен анализировать и выявлять естественно-научную сущность проблем управления в технических системах на основе положений, законов и методов в области естественных наук и математики
- ОПК-4 — Способен осуществлять оценку эффективности результатов разработки систем управления математическими методами
- ОПК-7 — Способен осуществлять обоснованный выбор, разрабатывать и реализовывать на практике схмотехнические, системотехнические и аппаратно-программные решения для систем автоматизации и управления
- ПСК-4.1 — Способен разрабатывать и реализовывать комплексные математические модели автономных информационных и управляющих систем
- ПСК-4.3 — Способен проводить проектно-конструкторские работы по созданию электромеханических и микромеханических устройств систем управления действием малогабаритных летательных аппаратов

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	Практические занятия		ПСК-4.3	ПСК-4.4
5	10	Раздел 1. Введение. Понятие времени - основное условие протекания физических процессов. 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.	12	2	1	1	10	10	10
5	10	Раздел 2. Физические основы построения временных устройств. 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.	12	2	1	1	10	10	10
5	10	Раздел 3. Часовые механизмы (ЧМ). 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.	19	9	5	4	10	10	10
5	10	Раздел 4. Основы построения пиротехнических временных устройств (ПВУ). 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 медленнгорящие. 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.	16	6	2	4	10	10	10
5	10	Раздел 5. Гидравлические и пневматические временные устройства. 5.1 Физические основы действия, конструктивные схемы. Расчёт времени действия. Достоинства и недостатки. Применение гидравлических и пневматических временных устройств в качестве псевдоинтеграторов ускорения боеприпасов.	8	2	2	0	6	20	20
5	10	Раздел 6. Электрические временные устройства. 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 п-каскадных конденсаторных временных устройств. Примеры схем п-каскадных конденсаторных временных устройств, применяемых во взрывателях. 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. 6.3 Электрохимические временные устройства (устройства не хемотронах). Физические основы действия. Практическое использование. Оценка точности действия.	20	7	4	3	13	20	20
5	10	Раздел 7. Электронные временные устройства (ЭВУ). 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),	21	6	2	4	15	20	20

	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.							
Всего за 10 семестр		108	34	17	17	74	100	100
Всего по дисциплине		108	34	17	17	74	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 - основное условие протекания физических процессов.	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. Часовые механизмы (ЧМ).	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. Основы построения пиротехнических временных устройств (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 временные устройства.	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	Раздел 7. Электронные временные устройства (ЭВУ).	Рассмотрение принципиальных и конструктивных схем электронных временных устройств взрывателей (ЭВУ).	1
15		Оценка параметров и элементов схем.	1
16		Проведение оценочных расчетов дискретности и точности действия.	1
17		Рассмотрение разнообразных методов установки времени действия. Оценка преимущества и недостатков различных методов.	1
Всего за 10 семестр			17

3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Введение.	Ознакомление с учебным планом.	2
2	Понятие времени - основное условие протекания физических процессов.	Проработка перечня литературы.	4
3		Изучение материалов о философских и физических представлениях понятия «время».	4
4	Раздел 2. Физические основы построения временных устройств.	Принципиальные схемы, разновидности	4
5		Физические основы функционирования временных устройств	3
6		Классификация временных устройств взрывателей.	3
7	Раздел 3. Часовые механизмы (ЧМ).	Рассмотрение основных элементов ЧМ: спусковой регулятор, колёсная передача, двигатель.	2
8		Применение спусковых регуляторов различного типа.	2
9		Рассмотрение двигателей ЧМ, их разновидности. Основные расчеты.	2
10		Основы методики расчёта ЧМ применительно к конкретным образцам взрывателей.	2
11		Рассмотрение колёсной передачи (КП) - назначение; составных элементов, профили зубьев, часовое зацепление.	2
12	Раздел 4. Основы построения пиротехнических временных устройств (ПВУ).	Рассмотрение основных конструктивных элементов пиротехнических временных устройств (ПВУ).	2
13		Физические основы действия, конструктивные схемы во взрывателях для различных видов БП.	2
14		Определение времени действия.	2
15		Рассмотрение свойств и номенклатуры применяемых порохов и пиротехнических составов.	2
16		Особенности формирования партии ПВУ 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 их действия.	2
20		Применение в качестве псевдоинтеграторов ускорения движущихся объектов (БП) .	1
21	Раздел 6. Электрические временные устройства.	Рассмотрение основных характеристик электрических временных устройств.	2
22		Физические основы функционирования конденсаторных временных устройств (КВУ). Достоинства и недостатки.	2
23		Анализ процессов заряда и разряда конденсаторов через резистор (идеальный и реальный случаи).	2
24		Многокаскадные конденсаторные временные устройства. Примеры схем.	2
25		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.	2
26		Электрохимические временные устройства (устройства на хемотронах).	3
27		Рассмотрение электронных временных устройств (ЭВУ).	2
28	Раздел 7. Электронные временные устройства (ЭВУ).	Принципы формирования структурной и принципиальной схем ЭВУ.	2
29		Составные части ЭВУ (их перечень, назначение).	3
30		Представление двоичных величин электрическими сигналами. Триггеры. Счётчики импульсов.	3
31		Принципы построения установки времени действия ЭВУ.	2

32	Особенности построения ЭВУ взрывателей к различным типам взрывателей.	3
Всего за 10 семестр		74

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
10				ЛР		ДР		ЛР	Колл	ДР			ЛР		ЛР	ДР	Вопр. Зач, зач.

Условные обозначения:

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

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

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

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- 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. Л.: Машиностроение. Ленингр. отделение, 1981, 8 экз.
7. Т. Е. Заводова, К. В. Смагин, Н. П. Смирнов. . Альбом конструкций взрывателей. Нижний Тагил: Изд-во фил. НТИИМ, 2022, 30 экз.

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;
4. <http://ibooks.ru> — ЭБС Айбукс.ру - это большой выбор актуальной литературы для вашей библиотеки в электронном виде;
5. <http://www.tnt-ebook.ru> — TNT-EBOOK - Электронно-библиотечная система.

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. Matlab 2015a SP1;
2. PTC Mathcad Prime 5.0;
3. WPS Office;
4. DjVuReader.

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. Легкоразборные образцы изделий;
4. Плакатные материалы, содержащие общие виды или изображения изделий;
5. DjVuReader.

6.3. 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 **ТЕОРИЯ ПОСТРОЕНИЯ ВРЕМЕННЫХ УСТРОЙСТВ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *27.04.04 Управление в технических системах*. 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-4.3 способность проводить проектно-конструкторские работы по созданию электромеханических и микромеханических устройств систем управления действием малогабаритных летательных аппаратов; ПСК-4.4 способность разрабатывать комплексированные многофункциональные автономные информационные системы для управления движением малогабаритных летательных аппаратов.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с подготовкой студентов к самостоятельной работе в области обоснования выбора оптимального принципа действия и проектирования временных устройств для комплектации взрывателей и взрывательных устройств различного назначения: изучение физических принципов построения, нормативной документации, теоретические и инженерные основы разработки временных 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 зачету.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **3 з.е., 108 ч**. Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**17 ч.**), практические занятия (**17 ч.**), самостоятельная работа студента (**74 ч**).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 34 ч. аудиторных занятий, и 74 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 - основное условие протекания физических процессов.		
Ознакомление с учебным планом.	3. М. Аксельрод. . Проектирование часов и часовых систем: Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1981 (Глава 1)	2
Проработка перечня литературы.	Т. Е. Заводова, К. В. Смагин, Н. П. Смирнов. . Альбом конструкций взрывателей: Нижний Тагил: Изд-во фил. НТИИМ, 2022 (Все разделы)	4
Изучение материалов о философских и физических представлениях понятия «время».		4
Итого по разделу 1		10
Раздел 2. Физические основы построения временных устройств.		
Принципиальные схемы, разновидности	А. В. Бабкин, В. А. Велданов, Е. Ф. Грязнов. . Средства поражения и боеприпасы: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2008 (Глава 3)	4
Физические основы функционирования временных устройств	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. Х. Горохов. . Проектирование, моделирование и надёжность взрывателей и систем управления средствами поражения: Самара: Изд-во СамГТУ, 2013 (Раздел 1)	3
Классификация временных устройств взрывателей.	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)	3
Итого по разделу 2		10
Раздел 3. Часовые механизмы (ЧМ).		
Рассмотрение основных элементов ЧМ: спусковой регулятор, колёсная передача, двигатель.	3. М. Аксельрод. . Проектирование часов и часовых систем: Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1981 (Главы 1-2)	2
Применение спусковых регуляторов различного типа.	А. Х. Горохов. . Проектирование, моделирование и надёжность взрывателей и систем управления средствами поражения: Самара: Изд-	2
Рассмотрение двигателей ЧМ, их разновидности. Основные расчеты.		2
Основы методики расчёта ЧМ применительно к		2

конкретным образцам взрывателей.	во СамГТУ, 2013 (Раздел 1, страницы 19-21)	
Рассмотрение колёсной передачи (КП) - назначение; составных элементов, 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		10
Раздел 4. Основы построения пиротехнических временных устройств (ПВУ).		
Рассмотрение основных конструктивных элементов пиротехнических временных устройств (ПВУ).	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
Физические основы действия, конструктивные схемы во взрывателях для различных видов БП.	А. Х. Горохов. . Проектирование, моделирование и надёжность взрывателей и систем управления средствами поражения: Самара: Изд-во СамГТУ, 2013 (Раздел 1, страницы 19-21)	2
Определение времени действия.		2
Рассмотрение свойств и номенклатуры применяемых порохов и пиротехнических составов.		2
Особенности формирования партии ПВУ для комплектования партии изделий.		2
Итого по разделу 4		10
Раздел 5. Гидравлические и пневматические временные устройства.		
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 их действия.		2
Применение в качестве псевдоинтеграторов ускорения движущихся объектов (БП) .		1
Итого по разделу 5		6
Раздел 6. Электрические временные устройства.		
Рассмотрение основных характеристик электрических 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 (Разделы 1-2)	2
Физические основы функционирования конденсаторных временных устройств (КВУ). Достоинства и недостатки.	А. Х. Горохов. . Проектирование, моделирование и надёжность взрывателей и систем управления средствами поражения: Самара: Изд-во СамГТУ, 2013 (Раздел 1, страницы 10-22)	2
Анализ процессов заряда и разряда конденсаторов через резистор (идеальный и реальный случаи).		2
Многокаскадные конденсаторные временные устройства. Примеры схем.	3. М. Аксельрод. . Проектирование часов и часовых систем: Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1981 (Глава 8)	2
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.		2
Электрохимические временные устройства (устройства на хемотронах).		3
Итого по разделу 6		13
Раздел 7. Электронные временные устройства (ЭВУ).		
Рассмотрение электронных временных устройств (ЭВУ).	3. М. Аксельрод. . Проектирование часов и часовых систем: Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1981 (Глава 3)	2
Принципы формирования структурной и принципиальной схем ЭВУ.	Е. В. Кульков ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. Временные	2
Составные части ЭВУ (их перечень, назначение).		3

Представление двоичных величин электрическими сигналами. Триггеры. Счётчики импульсов.	устройства. Ч. 2 Электронные временные устройства: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1996 (Все разделы) А. Х. Горохов. . Проектирование, моделирование и надёжность взрывателей и систем управления средствами поражения: Самара: Изд-во СамГТУ, 2013 (Раздел 1, страницы 10-22)	3
Принципы построения установки времени действия ЭВУ.		2
Особенности построения ЭВУ взрывателей к различным типам взрывателей.		3
Итого по разделу 7		15

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- коллоквиум;
- лабораторная работа;
- вопросы к зачету;
- 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 зачёта; оценка за коллоквиум учитывается при выставлении оценки по итогам экзамена по дисциплине.

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 пройденным успешно в случае получения обучающимся оценки не ниже, чем "удовлетворительно".

Примеры вопросов, выносимых на коллоквиум:

1. Определение понятия «время» в научных трудах в области физики и философии.
2. Методы измерения времени, эталоны единиц времени.
3. Приборы для измерения времени.
4. Классификации временных устройств взрывателей,
5. Принципиальные схемы, разновидности временных устройств взрывателей.
6. Примеры конструкций временных устройств в типовых взрывателях.
7. Конструктивные схем часовых механизмов взрывателей.
8. Структурная схема часового механизма, составные элементы.
9. Основные параметры и технические характеристики часовых механизмов.
10. Спусковые регуляторы часовых механизмов.
11. История развития спусковых регуляторов.
12. Основные параметры спусковых регуляторов.
13. Фазовые и фазово-временные диаграммы движения баланса.
14. Пиротехнические временные устройства взрывателей.
15. Основные параметры и технические характеристики пиротехнических временных устройств.

16. Технологические аспекты отработки времени действия пиротехнических временных устройств.

Лабораторная работа

На первом занятии для всей группы проводится инструктаж на рабочем месте по правилам соблюдения требований по технике безопасности и о порядке допуска к лабораторным работам. В книге учета первичного инструктажа каждый обучающийся расписывается по факту проведения инструктажа этого вида.

Обучающимся сообщается порядок допуска, выполнения и защиты лабораторных работ. При необходимости группа обучающихся разбивается на бригады по 2-3 человека. Обучающимся выдаются задания и бланки отчетов. Допуском к выполнению ЛР является правильно заполненный бланк отчета. Правильность заполнения бланка отчета и допуск к выполнению работ осуществляет преподаватель. Отчет о ЛР представляется в печатном виде в формате, предусмотренным шаблоном отчета о лабораторной работе.

Отчет не может быть принят и подлежит доработке в случае:

- отсутствия необходимых разделов,
- отсутствия необходимого графического материала,
- некорректной обработки результатов измерений,
- отсутствия выводов по работе.

Защита отчета проходит в форме доклада студента по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя.

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. Оцениваются умение применить полученные теоретические знания, соблюдение правил техники безопасности, своевременность выполнения лабораторных работ.

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 зачету

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. Часовые механизмы. Особенности часовых механизмов взрывателей.
7. Физические основы функционирования и конструктивные схемы часовых механизмов.
8. Основные элементы часовых механизмов: 11вигатель, колёсная передача (КП), спусковой регулятор.
9. Спусковые регуляторы с собственными колебаниями (с возвращающей силой). Физические основы их действия как колебательной системы.
10. Фазовые и фазово-временные диаграммы колебаний баланса. Теорема Эри.
11. Спусковые регуляторы без собственных колебаний (без возвращающей силы). Физические основы их действия как колебательной системы. Период колебаний баланса.
12. Колёсная передача в часовом механизме, её назначение; составные элементы, профили зубьев. Основные расчеты.
13. Передаточное число пары зубчатых колёс и колесной Передачи в целом, передача момента в колесной передаче, коэффициент полезного действия.
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. Расчет времени функционирования пиротехнического временного устройства (времени горения пиротехнического состава).

19. Применяемые пороха и пиротехнические составы - быстро- и медленногорящие, в пиротехнических временных устройствах различного назначения.

20. Точность действия пиротехнических временных устройств. Краткие сведения о технологии изготовления пиротехнических временных устройств и о контроле времени их действия.

21. Методы испытаний пиротехнических временных устройств на время действия. Расчет предельных отклонений времени действия.

22. Формирование партии из групп однородных пиротехнических временных устройств.

23. Общая характеристика электрических временных устройств взрывателей.

24. Временные устройства на хемотронах. Физические основы функционирования.

25. Конденсаторные временные устройства. Физические основы простейших конденсаторных временных устройств, построенных по схеме R-C-цепочки.

26. Электронные временные устройства. Общая характеристика, дискретный принцип функционирования, классификация, структурные схемы электронных временных устройств.

27. Установка времени действия электронных временных устройств. Виды и способы установки.

28. Задающие генераторы, формирователи импульсов для электронных временных устройств. Делители частоты. Представление чисел в двоичном коде.

29. Триггеры как основа счетчиков импульсов и делителей частоты. Счетчики (кольцевой счетчик, регистр, регистр сдвига, счетчик Джонсона, двоичный счетчик, двоично-десятичный счетчик).

30. Точность действия конденсаторных временных устройств, расчет, пути повышения.

31. Процессы функционирования многокаскадных конденсаторных временных устройств.

32. Основные расчеты конденсаторных временных устройств (точность действия, время действия, параметры электрических схем).

Зачет

По решению преподавателя основанием для получения зачёта является успешное и своевременное прохождение обучающимся всех видов контрольных мероприятий, предусмотренных рабочей программой дисциплины.

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

Оценка «зачтено» выставляется обучающемуся, если: он знает основные определения, последователен в изложении материала, демонстрирует базовые знания дисциплины, владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических заданий.

Оценка «не зачтено» выставляется обучающемуся, если: он не знает основных определений, непоследователен и сбивчив в изложении материала, не обладает определенной системой знаний по дисциплине, не в полной мере владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических заданий.

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %		НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		ПСК-4.3	ПСК-4.4	
5	10	Раздел 1. Введение. Понятие времени - основное условие протекания физических процессов.	12	2	1	1	10	10	10	Коллоквиум
5	10	Раздел 2. Физические основы построения временных устройств.	12	2	1	1	10	10	10	Коллоквиум
5	10	Раздел 3. Часовые механизмы (ЧМ).	19	9	5	4	10	10	10	Лабораторная работа, Коллоквиум
5	10	Раздел 4. Основы построения пиротехнических временных устройств (ПВУ).	16	6	2	4	10	10	10	Коллоквиум
5	10	Раздел 5. Гидравлические и пневматические временные устройства.	8	2	2	0	6	20	20	Лабораторная работа
5	10	Раздел 6. Электрические временные устройства.	20	7	4	3	13	20	20	Лабораторная работа
5	10	Раздел 7. Электронные временные устройства (ЭВУ).	21	6	2	4	15	20	20	Лабораторная работа, Вопросы к зачету
Всего за 10 семестр			108	34	17	17	74	100	100	
Всего по дисциплине			108	34	17	17	74	100	100	

Критерии оценивания

ПСК-4.3

Вопросы открытого типа:

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

Вопросы закрытого типа:

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

ПСК-4.4

Вопросы открытого типа:

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

Вопросы закрытого типа:

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