

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета

\_\_\_\_\_ Знаменский Е.А.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ЭФФЕКТИВНОСТЬ И НАДЕЖНОСТЬ

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

КУРС	СЕМЕСТР	ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ)	ЧАСЫ (по наличию видов занятий)									ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ
			ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА				
				ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	ВСЕГО	КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	КУРСОВАЯ РАБОТА	ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ	
5	10	3	108	51	34	0	17	57	0	0	57	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: 2025

Программу составил:

Кафедра Е6 АВТОНОМНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ И УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ  
Романов Игорь Владимирович, 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 ЭФФЕКТИВНОСТЬ И НАДЕЖНОСТЬ**

### **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:

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

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

### **ОПК-11**

*знания:*

физические процессы в устройствах боеприпасов и взрывателей, связанные с процессами старения;

*умения:*

применять изученные законы, принципы и методы для анализа показателей надежности боеприпасов и взрывателей;

*навыки:*

решать расчетные задачи с использованием компьютерных технологий.

### **ОПК-12**

*знания:*

основные математические законы, описывающие деградацию параметров боеприпасов и взрывателей;

принципы проведения испытаний взрывателей на надежность;

*умения:*

выполнять расчеты показателей надежности боеприпасов и взрывателей с учетом их функционально-структурных особенностей;

анализировать схемную надежность современных систем управления;

*навыки:*

обобщать, сопоставлять и систематизировать данные.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ЭФФЕКТИВНОСТЬ И НАДЕЖНОСТЬ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *17.05.01 Боеприпасы и взрыватели*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА, ФИЗИКА, ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОНИКА, УЧЕБНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПРАКТИКА, ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ВЗРЫВАТЕЛЕЙ, ОСНОВЫ ТЕОРИИ ПОМЕХОЗАЩИЩЕННОСТИ, ИНЖЕНЕРНОЕ ПРОТОТИПИРОВАНИЕ И ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА, КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПРАКТИКА, ДАТЧИКИ ИНТЕРВАЛОВ ВРЕМЕНИ И УСТАНОВОЧНЫЕ УСТРОЙСТВА, ВРЕМЕННЫЕ УСТРОЙСТВА, ПРОЕКТИРОВАНИЕ И КОНСТРУИРОВАНИЕ ВЗРЫВАТЕЛЕЙ, ТЕОРИЯ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ БЛИЖНЕЙ РАДИОЛОКАЦИИ, АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ ВЗРЫВАТЕЛЕЙ**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ПРЕДДИПЛОМНАЯ ПРАКТИКА, ВЫПОЛНЕНИЕ, ПОДГОТОВКА К ПРОЦЕДУРЕ ЗАЩИТЫ И ЗАЩИТА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ**.

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-15 — Способен четко формулировать цели и задачи проектных процедур, включая разработку тактико-технических заданий на проектирование боеприпасов и взрывателей различного типа и назначения
- ОПК-2 — Способен самостоятельно применять приобретенные математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения инженерных задач
- ОПК-5 — Способен руководить коллективом в сфере инженерно-конструкторской деятельности, генерировать, оценивать и использовать новые инженерные идеи
- ОПК-6 — Способен использовать в инженерной деятельности методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации с использованием современных информационных технологий
- ОПК-8 — Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности
- ПК-1 — Способен демонстрировать знания принципов действия взрывателей и их функционирования
- ПК-2 — Способен ориентироваться в многообразии динамических воздействий на взрыватели на всех этапах их функционирования и эксплуатации, разрабатывать методики проведения испытаний образцов взрывателей
- ПК-3 — Способен проектировать и конструировать взрыватели различного назначения, разрабатывать проектную документацию, проводить технические расчеты и оптимизировать проектные параметры взрывателей
- ПК-4 — Способен разрабатывать, обосновывать и внедрять прогрессивные технологические процессы производства взрывателей, а также их отдельных узлов и деталей

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 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		ОПК-11	ОПК-12
5	10	Раздел 1. Анализ понятий надежности и эффективности. 1.1 Основные понятия и общие сведения теории надежности (ТН). 1.2 Роль надежности взрывательных устройств (ВУ) в обеспечении эффективности систем управления (СУ). 1.3 Частные свойства и показатели надежности. 1.4 Особенности ТН применительно к изделиям и техническим системам (ТС) однократного действия.	24	12	8	4	12	20	20
5	10	Раздел 2. Математические основы ТН. 2.1 Законы распределения случайных величин. 2.2 Основные теоремы теории вероятностей.	23	12	8	4	11	20	20
5	10	Раздел 3. Пути обеспечения, повышения и оптимизации надежности систем, в том числе ВУ. 3.1 Организационно-методологические вопросы обеспечения надежности. 3.2 Функционально-структурный анализ ВУ. 3.3 Структурное резервирование.	23	9	6	3	14	20	20
5	10	Раздел 4. Методы определения показателей схемной надежности систем. 4.1 Методы определения показателей схемной надежности систем. 4.2 Схемная надежность.	19	9	6	3	10	15	15
5	10	Раздел 5. Испытание изделий на надежность. 5.1 Организационно-методические основы, принципы и виды испытаний на надежность. 5.2 Организация и планирование испытаний. 5.3 Особенности испытаний ВУ.	19	9	6	3	10	25	25
Всего за 10 семестр			108	51	34	17	57	100	100
Всего по дисциплине			108	51	34	17	57	100	100

#### 3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Анализ понятий надежности и эффективности.	Основные понятия и общие сведения ТН применительно к ВУ.	1
2		Роль надежности изделий в обеспечении эффективности ТС, надежности СУ в обеспечении эффективности объектов управления, надежности ВУ в обеспечении надежности БП.	1
3		Краткие сведения о физических основах ТН.	1
4		Особенности ТН применительно ВУ и БП.	1
5	Раздел 2. Математические основы ТН.	Анализ применения законов распределения случайных величин при оценке надежности изделий с учетом физических особенностей и условий эксплуатации.	2
6		Прикладное значение основных формул комбинаторики, формулы полной вероятности и формулы Байеса.	2
7	Раздел 3. Пути обеспечения, повышения и оптимизации надежности систем, в том числе ВУ.	Сущность проблемы надежности современной техники, в том числе военной. Надежность как одно из свойств качества изделий в их жизненном цикле.	1
8		Функционально-структурный анализ ВУ в аспекте надежности, общие принципы их проектирования с учётом достижения требуемой надёжности.	1
9		Методика определения вероятности безотказной работы (ВБР) ВУ на основе их функционально-структурных схем.	1
10	Раздел 4. Методы определения показателей схемной надежности систем.	Основные методы определения показателей схемной надежности систем: методы сигнальных траекторий, узловых точек, благоприятных гипотез, на основе формулы полной вероятности, структурных преобразований, разложения логической функции, производящей функции, на основе системы уравнений Колмогорова.	2
11		Примеры определения схемной надежности применительно к ВУ.	1
12	Раздел 5. Испытание изделий на надежность.	Планы испытаний. Испытания, основанные на числе отказов, равном нулю, и основанные на последовательном анализе. Ускоренные испытания. Прогнозирование отказов. Принцип накопления информации о надежности.	1
13		Особенности испытаний ВУ. Определение выборки. Методы обработки результатов выборочных испытаний.	2
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. Анализ понятий надежности и эффективности.	Подготовка к практическим занятиям.	6
2		Повторение лекционного материала.	6
3	Раздел 2. Математические основы ТН.	Повторение лекционного материала.	6
4		Подготовка к практическим занятиям.	5
5	Раздел 3. Пути обеспечения, повышения и оптимизации надежности систем, в том числе ВУ.	Повторение лекционного материала.	8
6		Подготовка к практическим занятиям.	6
7	Раздел 4. Методы определения показателей схемной надежности систем.	Повторение лекционного материала.	5
8		Подготовка к практическим занятиям.	5
9	Раздел 5. Испытание изделий на надежность.	Подготовка к практическим занятиям.	5
10		Повторение лекционного материала.	5

**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>10</b>				ЗДЧ		ДР		ЗДЧ		ДР		ДЗ		ЗДЧ		ДР	Вопр. Зач. зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ЗДЧ – задачи;
- Вопр. Зач – вопросы к зачету;
- ДЗ – домашнее задание;
- зач. – зачет.

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

- диагностическая работа;
- задачи;
- вопросы к зачету;
- домашнее задание.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- зачет.

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. . Функционально-структурный и надёжностный анализ взрывателя. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014, 60 экз.
2. А. Н. Дорохов, В. А. Керножицкий, А. Н. Миронов. . Обеспечение надёжности сложных технических систем. СПб.: Лань, 2011, 52 экз.
3. В. В. Шикурин, В. И. Запорожец. . Эффективность и надёжность средств поражения. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016, 36 экз.
4. В. Е. Гмурман. . Теория вероятностей и математическая статистика. М.: Юрайт, 2013, 17 экз.
5. Е. С. Вентцель. . Теория вероятностей. М.: Высшая школа, 2001, 65 экз.
6. Е. Ф. Березкин. . Надёжность и техническая диагностика систем. Санкт-Петербург: Лань, 2022, эл. рес.

### 5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

1. А. М. Половко, С. В. Гуров. . Основы теории надёжности. СПб.: БХВ-Петербург, 2008, 2 экз.

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

### 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. PTC Mathcad Prime 5.0;
3. Matlab 2015a SP1;
4. Microsoft Office.

### 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. Плакатные материалы, содержащие общие виды или изображения изделий;
4. DjVuReader;
5. PTC Mathcad Prime 5.0;
6. Matlab 2015a SP1;
7. Microsoft Office.

### **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 **ЭФФЕКТИВНОСТЬ И НАДЕЖНОСТЬ** является дисциплиной **обязательной части 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*:

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.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с понятийным аппаратом дисциплины: надежность, эффективность, частные свойства и показатели надежности (ПН), методиками функционально-структурного анализа и синтеза технических систем (ТС) в аспекте надежности. Студенты овладевают знаниями организационно-методических основ испытаний изделий и ТС на надежность, видов испытаний, методов планирования испытаний, определения объема выборки, оценки надежности изделий и ТС по результатам их испытаний, в том числе испытаний ВУ как изделий и ТС однократного действия и применения.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- задачи;
- вопросы к зачету;
- домашнее задание.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 з.е., **108 ч**. Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**34 ч.**), практические занятия (**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. Анализ понятий надежности и эффективности.		
Подготовка к практическим занятиям.	В. Е. Гмурман . Теория вероятностей и математическая статистика: М.: Юрайт, 2013 (Глава 1) В. В. Шикурин, В. И. Запорожец. . Эффективность и надёжность средств поражения: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (Все разделы)	6
Повторение лекционного материала.	Е. Ф. Березкин. . Надёжность и техническая диагностика систем: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (Все разделы)	6
Итого по разделу 1		12
Раздел 2. Математические основы ТН.		
Повторение лекционного материала.	Е. С. Вентцель . Теория вероятностей: М.: Высшая школа, 2001 (Глава 3, разделы 3.1-3.5, глава 5; разделы 5.1-5.8)	6
Подготовка к практическим занятиям.		5
Итого по разделу 2		11
Раздел 3. Пути обеспечения, повышения и оптимизации надежности систем, в том числе ВУ.		
Повторение лекционного материала.	. Функционально-структурный и надёжностный анализ взрывателя: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (Главы 1-4) В. Е. Гмурман . Теория вероятностей и математическая статистика: М.: Юрайт, 2013 (Глава 6)	8
Подготовка к практическим занятиям.		6
Итого по разделу 3		14
Раздел 4. Методы определения показателей схемной надежности систем.		
Повторение лекционного материала.	А. Н. Дорохов, В. А. Керножицкий, А. Н. Миронов. . Обеспечение надёжности сложных технических систем: СПб.: Лань, 2011 (Глава 11)	5
Подготовка к практическим занятиям.		5
Итого по разделу 4		10
Раздел 5. Испытание изделий на надежность.		
Подготовка к практическим занятиям.	А. М. Половко, С. В. Гуров. . Основы теории надёжности: СПб.: БХВ-Петербург, 2008 (Главы 10, 11)	5
Повторение лекционного материала.		5
Итого по разделу 5		10

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- вопросы к зачету;
- задачи;
- домашнее задание;
- 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.

#### Вопросы к зачету

1. Основные понятия и общие сведения теории надежности (ТН).
2. Роль надежности взрывательных устройств (ВУ) в обеспечении эффективности систем управления (СУ).
3. Частные свойства и показатели надежности.
4. Особенности ТН применительно к изделиям и техническим системам (ТС) однократного действия.
5. Законы распределения случайных величин.
6. Основные теоремы теории вероятностей.
7. Организационно-методологические вопросы обеспечения надежности.
8. Функционально-структурный анализ ВУ.
9. Структурное резервирование.
10. Методы определения показателей схемной надежности систем.
11. Схемная надежность.
12. Организационно-методические основы, принципы и виды испытаний на надежность.
13. Организация и планирование испытаний.
14. Особенности испытаний ВУ.

#### Задачи

Ориентировочный перечень задач:

1. Функционально-структурный анализ ВУ в аспекте надежности
2. Определение вероятности безотказной работы (ВБР) ВУ на основе их функционально-структурных схем.
3. Задачи, связанные с методами сигнальных траекторий, узловых точек, благоприятных гипотез, на основе формулы полной вероятности, структурных преобразований, разложения логической функции, производящей функции, на основе системы уравнений Колмогорова.

Критерии оценивания:

Задачи считаются выполненными успешно (принимаются) при следующих условиях:

- правильное выполнение всех пунктов, предусмотренных задачей;
- правильное построение и оформление в соответствии с требованиями государственных стандартов ЕСКД графиков для всех получаемых в ходе выполнения задач характеристик;
- успешной защиты задачи, предусматривает обсуждение порядка решения, включая проверку усвоения студентом соответствующих сведений из теории. Для успешной защиты задачи необходимо правильно ответить на 80% вопросов (не менее 5 вопросов).

#### Домашнее задание

Решение домашнего задания представляется в рукописной форме. Допускается выполнение расчетов «вручную» или с использованием систем автоматизации математических расчетов.

Тема домашнего задания - функционально-структурный и надёжностный анализ изделия.

Домашнее задание содержит задачу по расчёту ВБР изделия, согласно его функционально-структурной схеме. Марку изделия указывает преподаватель.

Критерии оценивания:

Домашнее задание считается выполненным успешно (принимается) при следующих условиях:

- правильное выполнение всех пунктов (задач), предусмотренных заданием;
- правильное построение и оформление в соответствии с требованиями государственных стандартов ЕСКД графиков для всех получаемых в ходе выполнения задания характеристик;
- правильное построение и оформление в соответствии с требованиями государственных стандартов ЕСКД функционально-структурной схемы изделия.

#### Зачет

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

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.

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

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		ОПК-11	ОПК-12	
5	10	Раздел 1. Анализ понятий надежности и эффективности.	24	12	8	4	12	20	20	Задачи, Вопросы к зачету
5	10	Раздел 2. Математические основы ТН.	23	12	8	4	11	20	20	Задачи, Вопросы к зачету
5	10	Раздел 3. Пути обеспечения, повышения и оптимизации надежности систем, в том числе ВУ.	23	9	6	3	14	20	20	Задачи, Вопросы к зачету, Домашнее задание
5	10	Раздел 4. Методы определения показателей схемной надежности систем.	19	9	6	3	10	15	15	Задачи, Вопросы к зачету
5	10	Раздел 5. Испытание изделий на надежность.	19	9	6	3	10	25	25	Вопросы к зачету, Задачи
Всего за 10 семестр			108	51	34	17	57	100	100	
Всего по дисциплине			108	51	34	17	57	100	100	

## Оценочные материалы по дисциплине ЭФФЕКТИВНОСТЬ И НАДЕЖНОСТЬ

**ОПК-11 - Способен ориентироваться в проблемных ситуациях и решать сложные вопросы проектирования, производства, испытания и эксплуатации боеприпасов и взрывателей различного типа и назначения**

- № 1 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа  
Полный расчёт надёжности изделия производится ...
- 1) на этапе проектирования;
  - 2) на этапе производства;
  - 3) на этапе эксплуатации;
  - 4) по окончании срока службы.
- № 2 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа  
Отказы, обнаруживающиеся сразу при внешнем осмотре или при включении устройства в работу, – это...
- 1) зависимые;
  - 2) внезапные;
  - 3) явные;
  - 4) постепенные.
- № 3 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа  
Отказ, возникающий в результате несовершенства или нарушения установленного процесса изготовления или ремонта объекта, называется ...
- 1) конструктивным;
  - 2) производственным;
  - 3) эксплуатационным;
  - 4) ресурсным.
- № 4 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов  
К комплексным показателям надёжности относятся:
- 1) безотказность;
  - 2) ремонтпригодность;
  - 3) коэффициент готовности;
  - 4) долговечность;
  - 5) коэффициент технического использования;
  - 6) сохраняемость.
- № 5 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов  
При обработке результатов испытаний для определения числа интервалов статистического ряда используют выражение(я), где  $N$  – число точек (повторность) информации:
- а)  $n = N$ ;
  - б)  $n = \sqrt{N}$ ;
  - в)  $n = N^2$ ;
  - г)  $n = 1 + 3,32 \cdot \lg(N)$ .
- № 6 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов  
Отказы электрических элементов и цепей, в том числе электронных, подчиняются:
- а) полиномиальному распределению;
  - б) распределению Вейбулла;
  - в) экспоненциальному распределению;
  - г) закону Стюдента.
- № 7 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ  
Согласно ГОСТ, вероятность безотказной работы (ВБР) - это
- № 8 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ  
Согласно ГОСТ, срок службы - это
- № 9 Прочитайте текст и установите соответствие  
Поставьте в соответствие формулы законов распределения и их описание:

$$1) P(t) = e^{-\lambda t};$$

$$2) P(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^t \exp(-t^2/2) dt;$$

$$3) P(t) = 1 - \exp\left[-\left(\frac{t}{a}\right)^b\right];$$

$$4) F(m) = \sum_{j=0}^m \frac{(\lambda \cdot t)^j}{j!} e^{-\lambda \cdot t};$$

а) экспоненциальный закон распределения;

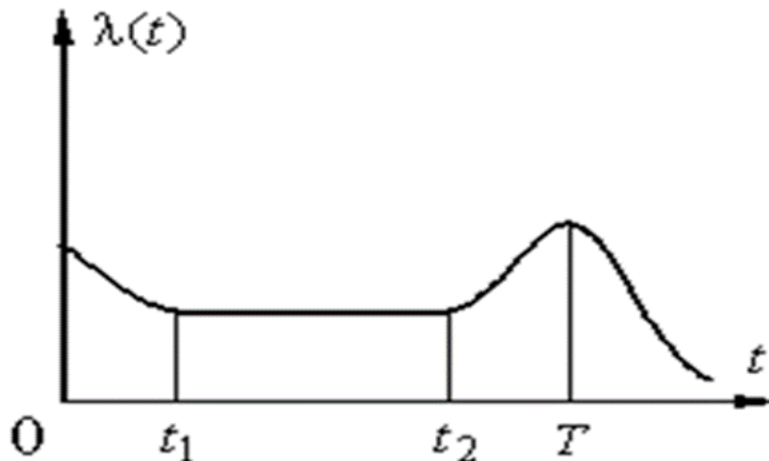
б) нормальный закон распределения;

в) закон распределения Вейбулла;

г) закон Пуассона.

№ 10 Прочитайте текст и установите соответствие

Поставьте в соответствие участки эксплуатации на картинке:



1)  $[0, t_1]$ ;

2)  $[t_1, t_2]$ ;

3)  $[t_2, T]$ ;

4)  $[t_2, \infty]$ ;

а) участок приработки;

б) участок нормальной эксплуатации;

в) участок старения;

г) участок утилизации.

№ 11 Прочитайте текст и установите последовательность

Выставьте в правильную последовательность, согласно ГОСТ, стадии жизненного цикла изделия:

1) обоснование разработки;

2) разработка технического задания;

3) проведение ОКР;

4) производство и испытания;

5) модернизация;

6) использование (эксплуатация);

7) обращение с отходами.

№ 12 Прочитайте текст и установите последовательность

Выставьте в правильную последовательность, согласно ГОСТ, стадии разработки изделия:

1) разработка технического предложения;

2) разработка эскизного проекта;

3) разработка технического проекта;

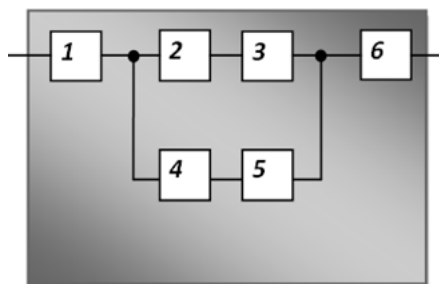
4) разработка КД опытного образца изделия;

5) разработка КД на изделие серийного производства.

**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**

№ 1 Прочитайте текст и установите последовательность

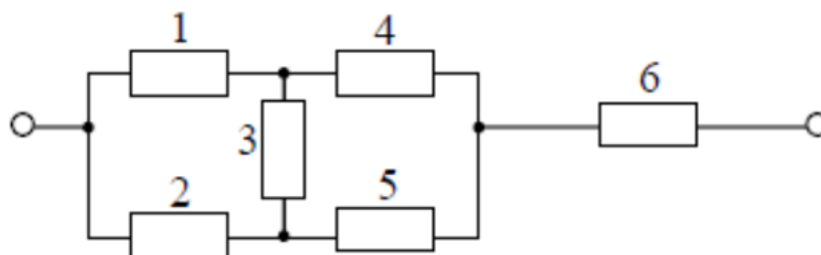
По представленной структурной схеме системы определите последовательность расчёта вероятности безотказной данной системы, если изначально заданы интенсивности отказов звеньев.



- 1) находятся значения ВБР каждого звена  $P_1 - P_6$  по формуле экспоненциального закона распределения;
- 2) по формуле последовательного соединения звеньев находятся ВБР обобщённых звеньев  $P_{23}$  и  $P_{45}$ ;
- 3) по формуле параллельного соединения находится обобщённая ВБР  $P_{2345}$ ;
- 4) по формуле последовательного соединения звеньев находится обобщённая ВБР  $P_{123456}$ .

№ 2 Прочитайте текст и установите последовательность

По представленной структурной схеме определите последовательность расчёта вероятности безотказной работы системы, если изначально заданы интенсивности отказов звеньев.



- 1) звено 3 преобразуется по методу разложения структуры относительно базового элемента. Базовый элемент находится в работоспособном состоянии, т.е.  $P_3 = 1$ , и он заменяется перемычкой;
- 2) находится обобщённая модель системы с учётом последовательного и параллельного соединений звеньев:  $P_{12}$  и  $P_{45} \rightarrow P_{12} \cdot P_{45} \cdot P_6$ ;
- 3) звено 3 преобразуется по методу разложения структуры относительно базового элемента. Базовый элемент находится в состоянии отказа, т.е.  $P_3 = 0$ , и он заменяется разрывом;
- 4) находится обобщённая модель системы с учётом последовательного и параллельного соединений звеньев:  $P_{14}$  и  $P_{25} \rightarrow P_{14} \cdot P_{25} \cdot P_6$ ;
- 5) находится обобщённая модель системы по формуле  $P_{12} \cdot P_{45} \cdot P_6 \cdot P_3 + P_{14} \cdot P_{25} \cdot P_6 \cdot Q_3(t)$ .

№ 3 Прочитайте текст и установите соответствие

Поставьте в соответствие формулы и соответствующие им показатели:

- 1)  $P(t_3) = P(t > t_3)$ , где  $t_3$  – заданная наработка;
- 2)  $q(t) = Q'(t)$ ;
- 3)  $T = \int_0^\infty t \cdot q(t) dt$ ;
- 4)  $K = T_0 / (T_0 + T_B)$ , где  $T_0$  – время нахождения изделия в работоспособном состоянии,  $T_B$  – время восстановления изделия;

- а) вероятность безотказной работы;
- б) частота отказов;
- в) средняя наработка до (первого) отказа;
- г) коэффициент готовности.

№ 4 Прочитайте текст и установите соответствие

Поставьте в соответствие показатели и то, для чего они предназначены:

- 1) формула Стерджесса;
- 2) критерий Ирвина;
- 3) коэффициент вариации;
- 4) число степеней свободы;
- а) для определения оптимального количества интервалов, на которые разбивается наблюдаемый диапазон изменения случайной величины при построении гистограммы плотности её распределения;
- б) для проверки исходной информации на достоверность и исключения выпадающих точек;
- в) для выбора теоретического закона распределения;
- г) для определения значения вероятности совпадения опытных и теоретических данных по критерию Пирсона.

№ 5 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Качество - это...

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

В случае если выбор закона распределения по коэффициенту вариации не определён, то выбор осуществляется по коэффициенту согласия (Пирсона), определяемому по формуле:

$$\text{а) } \lambda_{\text{оп}} = \frac{1}{\sigma} \cdot (t_i - t_{i-1}) < \lambda_T;$$

$$\text{б) } \nu = \frac{\sigma}{t - t_{\text{см}}};$$

$$\text{в) } \chi^2 = \sum_1^{n_y} \frac{(m_i - m_{Ti})^2}{m_{Ti}};$$

$$\text{г) } t_\alpha^H = \bar{t} - t_\alpha \cdot \delta.$$

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

Формула полной вероятности:

$$\text{а) } \frac{P(A_i) \cdot P_{A_i}(K)}{\sum_{(i)} P(A_i) \cdot P_{A_i}(K)};$$

$$\text{б) } \frac{P_i \cdot P_{ei}^m \cdot (1 - P_{ei})^{s-m}}{\sum_{(i)} P_i \cdot P_{ei}^m \cdot (1 - P_{ei})^{s-m}};$$

$$\text{в) } C_s^m \cdot P_{ei}^m \cdot (1 - P_{ei})^{s-m};$$

$$\text{г) } \sum_{(i)} P(A_i) \cdot P_{A_i}(K).$$

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

Увеличение числа параллельно соединённых элементов, имеющих одинаковую вероятность безотказной работы  $P=0,7$ , с двух до четырёх приведет:

- 1) к снижению вероятности безотказной работы изделия на 4,1%;
- 2) к снижению вероятности безотказной работы изделия на 8,2%;
- 3) к увеличению вероятности безотказной работы изделия на 8,2%;
- 4) к увеличению вероятности безотказной работы изделия на 16,4%.

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

Формула полной вероятности:

а) обобщает все случаи, когда исследуемая операция допускает события (результаты)  $A_1, A_2, \dots, A_k$ , составляющие полную группу событий, и позволяет найти любой возможный результат  $K$  этой операции, который заключается в наложении определенного условия на событие  $A_i$ ;

б) позволяет уточнять предполагаемые значения вероятностей полной группы событий  $P(A_i)$  по гипотетическим значениям вероятностей события  $K$ , обусловленного событиями  $A_i$ , и по результатам исследования операций (по результатам опытов) – по фактам свершения или несвершения события  $K$ ;

в) в качестве исходных данных выдвигается гипотеза о вероятностях интересующих нас событий, а затем по конкретным результатам комбинированного события  $K^*$ , заключающегося в том, что интересующий нас результат (благоприятное или неблагоприятное событие) наступил  $t$  раз и не наступил  $s-t$  раз, производится уточнение указанных гипотетических вероятностей;

г) позволяет вычислить вероятность интересующего события через условные вероятности этого события в предположении неких гипотез, а также вероятностей этих гипотез.

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

Формула Байеса:

а) обобщает все случаи, когда исследуемая операция допускает события (результаты)  $A_1, A_2, \dots, A_k$ , составляющие полную группу событий, и позволяет найти любой возможный результат  $K$  этой операции, который заключается в наложении определенного условия на событие  $A_i$ ;

б) позволяет уточнять предполагаемые значения вероятностей полной группы событий  $P(A_i)$  по гипотетическим значениям вероятностей события  $K$ , обусловленного событиями  $A_i$ , и по результатам исследования операций (по результатам опытов) – по фактам свершения или несвершения события  $K$ ;

в) в качестве исходных данных выдвигается гипотеза о вероятностях интересующих нас событий, а затем по конкретным результатам комбинированного события  $K^*$ , заключающегося в том, что интересующий нас результат (благоприятное или неблагоприятное событие) наступил  $t$  раз и не наступил  $s-t$  раз, производится уточнение указанных гипотетических вероятностей;

г) позволяет вычислить вероятность интересующего события через условные вероятности этого события в предположении неких гипотез, а также вероятностей этих гипотез.

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

Марковской цепью называется:

а) случайная последовательность событий, упорядоченных по неубыванию моментов времени, среди которых возможны совпадающие;

б) фиксированная последовательность событий в потоке;

в) последовательность случайных величин, для которой при известном значении любой из этих величин совокупность предшествующих ей величин не зависит от совокупности следующих за ней величин;

г) последовательность испытаний со случайными исходами, если при известном результате произвольного испытания совокупность результатов предыдущих испытаний не зависит от совокупности результатов последующих испытаний.

№ 12 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Надёжность – это...