

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: 2026

Программу составили:

Кафедра Е6 АВТОНОМНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ И УПРАВЛЯЮЩИЕ
СИСТЕМЫ

Романов Игорь Владимирович, старший преподаватель

Кафедра Е6 АВТОНОМНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ И УПРАВЛЯЮЩИЕ
СИСТЕМЫ

Егоренков Леонид Семенович, к.т.н., старший научный сотрудник, доцент

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, 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 | 6 |

| | | | |
|---------------------|--|-------------------------------------|----|
| 4 | | материала. | |
| | | 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 |
| Всего за 10 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 |
| 10 | | | | ЗДЧ | | ДР | | ЗДЧ | | ДР | | ДЗ | | ЗДЧ | | ДР | Вопр. Зач, зач. |

Условные обозначения:

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

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

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

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- зачет.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. . Функционально-структурный и надёжный 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 - 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;
- домашнее задание;
- вопросы к зачету.

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) | 6 |
| Повторение лекционного материала. | В. В. Шикурин, В. И. Запорожец. . Эффективность и надёжность средств поражения: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (Все разделы) 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. | В. Е. Гмурман. . Теория вероятностей и математическая статистика: М.: Юрайт, 2013 (Глава 6) | 8 |
| Подготовка к практическим занятиям. | . Функционально-структурный и надёжностный анализ взрывателя: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (Главы 1-4) | 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.

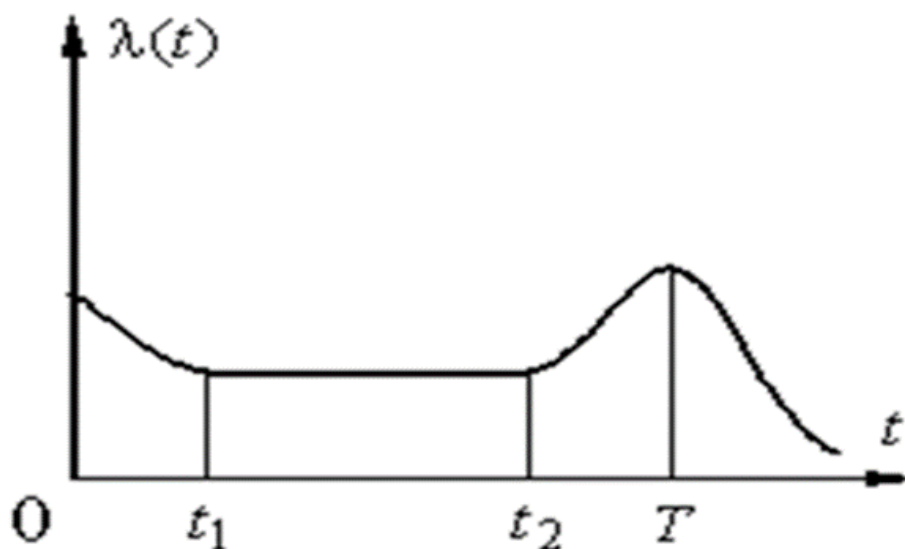
Оценка «не зачтено» выставляется обучающемуся, если: он не знает основных определений, непоследователен и сбивчив в изложении материала, не обладает определенной системой знаний по дисциплине, не в полной мере владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических заданий.

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 | |

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 и запишите развернутый обоснованный ответ
Согласно ГОСТ, вероятность безотказной работы (ВБР) - это
- № 2 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ
Согласно ГОСТ, срок службы - это
- № 3 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.
- № 4 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 нормальной эксплуатации;
 - б) участок старения;
 - в) участок приработки;
 - г) участок утилизации.
- № 5 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
Отказы электрических элементов и цепей, в том числе электронных, подчиняются:
- 1) полиномиальному распределению;
 - 2) распределению Вейбулла;
 - 3) экспоненциальному распределению;
 - 4) закону Стюдента.
- № 6 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.
- № 7 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.
- № 8 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.
- № 9 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) $n = 1 + 3,32 \cdot \lg(N)$.
- № 10 Прочитайте текст и установите последовательность
Выставьте в правильную последовательность, согласно ГОСТ, стадии жизненного цикла изделия:
- 1) проведение ОКР;
 - 2) обращение с отходами;
 - 3) обоснование разработки;
 - 4) разработка технического задания;
 - 5) производство и испытания;
 - 6) использование (эксплуатация);
 - 7) модернизация.
- № 11 Прочитайте текст и установите последовательность
Выставьте в правильную последовательность, согласно ГОСТ, стадии разработки изделия:
- 1) разработка технического проекта;
 - 2) разработка технического предложения;
 - 3) разработка КД на изделие серийного производства;
 - 4) разработка эскизного проекта;
 - 5) разработка КД опытного образца изделия.
- № 12 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) $F(m) = \sum_{j=0}^m \frac{(\lambda \cdot t)^j}{j!} e^{-\lambda \cdot t}$;

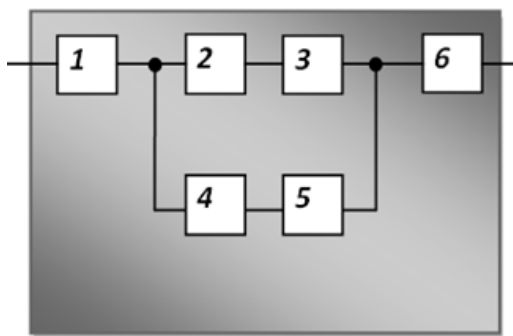
- а) нормальный закон распределения;
- б) экспоненциальный закон распределения;
- в) закон распределения Вейбулла;
- г) закон Пуассона.

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

- № 1 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ
Согласно ГОСТ, надёжность – это...
- № 2 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
Укажите формулу полной вероятности:

- а) $\frac{P(A_i) \cdot P_{A_i}(K)}{\sum_{(i)} P(A_i) \cdot P_{A_i}(K)}$;
- б) $\frac{P_i \cdot P_{ei}^m \cdot (1 - P_{ei})^{s-m}}{\sum_{(i)} P_i \cdot P_{ei}^m \cdot (1 - P_{ei})^{s-m}}$;
- в) $C_s^m \cdot P_{ei}^m \cdot (1 - P_{ei})^{s-m}$;
- г) $\sum_{(i)} P(A_i) \cdot P_{A_i}(K)$.

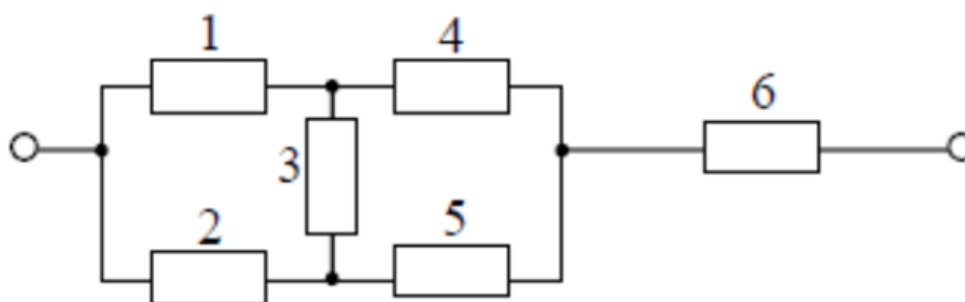
- № 3 Прочитайте текст и установите последовательность
По представленной структурной схеме системы определите последовательность расчёта вероятности безотказной данной системы, если изначально заданы интенсивности отказов звеньев.



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

- № 4 Прочитайте текст и установите последовательность

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



1) находится обобщённая модель системы с учётом последовательного и параллельного соединений звеньев: P_{12} и $P_{45} \rightarrow P_{12} \cdot P_{45} \cdot P_6$;

2) находится обобщённая модель системы с учётом последовательного и параллельного соединений звеньев: P_{14} и $P_{25} \rightarrow P_{14} \cdot P_{25} \cdot P_6$;

3) 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;

4) 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;

5) находится обобщённая модель системы по формуле $P_{12} \cdot P_{45} \cdot P_6 \cdot P_3 + P_{14} \cdot P_{25} \cdot P_6 \cdot Q_3(t)$.

№ 5 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
Формула Байеса:

1) 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 ;

2) 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 ;

3) 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 m раз и не наступил $s-m$ раз, производится уточнение указанных гипотетических вероятностей;

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

№ 6 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Согласно ГОСТ, качество – это...

№ 7 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) средняя наработка до (первого) отказа;
- в) частота отказов;
- г) коэффициент готовности.
- № 8 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
Увеличение числа параллельно соединенных элементов, имеющих одинаковую вероятность безотказной работы $P=0,7$, с двух до четырех 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 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:
- $$\text{а) } \lambda_{\text{оп}} = \frac{1}{\sigma} \cdot (t_i - t_{i-1}) < \lambda_T;$$
- $$\text{б) } v = \frac{\sigma}{t - t_{\text{см}}};$$
- $$\text{в) } \chi^2 = \sum_1^{n_y} \frac{(m_i - m_{Ti})^2}{m_{Ti}};$$
- $$\text{г) } t_{\alpha}^H = \bar{t} - t_{\alpha} \cdot \delta.$$
- № 10 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
Марковской цепью называется:
- 1) случайная последовательность событий, упорядоченных по неубыванию моментов времени, среди которых возможны совпадающие;
 - 2) фиксированная последовательность событий в потоке;
 - 3) последовательность случайных величин, для которой при известном значении любой из этих величин совокупность предшествующих ей величин не зависит от совокупности следующих за ней величин;
 - 4) последовательность испытаний со случайными исходами, если при известном результате произвольного испытания совокупность результатов предыдущих испытаний не зависит от совокупности результатов последующих испытаний.
- № 11 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
Формула полной вероятности:
- 1) 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 ;
 - 2) 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 ;
 - 3) 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 m раз и не наступил $s-m$ раз, производится уточнение указанных гипотетических вероятностей;
 - 4) позволяет вычислить вероятность интересующего события через условные вероятности этого события в предположении неких гипотез, а также вероятностей этих гипотез.
- № 12 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 значения вероятности совпадения опытных и теоретических данных по критерию Пирсона;
- б) для проверки исходной информации на достоверность и исключения выпадающих точек;
- в) для выбора теоретического закона распределения;
- г) для определения оптимального количества интервалов, на которые разбивается наблюдаемый диапазон изменения случайной величины при построении гистограммы плотности её распределения.