

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета

\_\_\_\_\_ Знаменский Е.А.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СРЕДСТВ ПОРАЖЕНИЯ

|  |   |
|--|---|
| Направление/специальность подготовки       | 17.05.01 Боеприпасы и взрыватели                            |
| Специализация/профиль/программа подготовки | Патроны и гильзы  |
| Уровень высшего образования                | Специалитет   |
| Форма обучения                             | Очная   |
| Факультет                                  | Е Оружие и системы вооружения                               |
| Выпускающая кафедра                        | Е4 ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА<br>АВТОМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ |
| Кафедра-разработчик рабочей программы      | Е3 СРЕДСТВА ПОРАЖЕНИЯ И БОЕПРИПАСЫ                          |

| КУРС  | СЕМЕСТР | ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ<br>(ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ) | ЧАСЫ (по наличию видов занятий) |                    |        |                           |                         |                        |                 |                 |                               | ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО<br>КОНТРОЛЯ |
|-------|---------|---|---------------------------------|--------------------|--------|---------------------------|-------------------------|------------------------|-----------------|-----------------|-------------------------------|--------------------------------|
|       |         |   | ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ              | АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ |        |                           |                         | САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА |                 |                 |                               |                                |
|       |         |   |                                 | ВСЕГО              | ЛЕКЦИИ | ЛАБОРАТОРНЫЙ<br>ПРАКТИКУМ | ПРАКТИЧЕСКИЕ<br>ЗАНЯТИЯ | ВСЕГО                  | КУРСОВОЙ ПРОЕКТ | КУРСОВАЯ РАБОТА | ДРУГИЕ ВИДЫ<br>САМОСТ. РАБОТЫ |                                |
| 4     | 7       | 3                                       | 108                             | 34                 | 17     | 0                         | 17                      | 74                     | 0               | 0               | 74                            | диф.<br>зач.                   |
| 4     | 8       | 4                                       | 144                             | 51                 | 34     | 0                         | 17                      | 93                     | 0               | 0               | 93                            | экз.                           |
| ВСЕГО |         | 7                                       | 252                             | 85                 | 51     | 0                         | 34                      | 167                    | 0               | 0               | 167                           |                                |

*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 составили:

Кафедра ЕЗ СРЕДСТВА ПОРАЖЕНИЯ И БОЕПРИПАСЫ  
Кравцов Всеволод Олегович, к.т.н., доцент

\_\_\_\_\_

Кафедра ЕЗ СРЕДСТВА ПОРАЖЕНИЯ И БОЕПРИПАСЫ  
Дороничев Денис Михайлович, ассистент

\_\_\_\_\_

Программа рассмотрена  
на заседании кафедры-разработчика  
рабочей программы **ЕЗ СРЕДСТВА ПОРАЖЕНИЯ И БОЕПРИПАСЫ**

Заведующий кафедрой Знаменский Е.А., к.т.н., доц.

\_\_\_\_\_

Программа рассмотрена  
на заседании выпускающей кафедры

**Е4 ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА АВТОМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

Заведующий кафедрой Нестеров Н.И., к.т.н., доц.

\_\_\_\_\_

# **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СРЕДСТВ ПОРАЖЕНИЯ**

## **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-10 — Способен применять методы математического анализа, моделирования и системного проектирования, теоретического и экспериментального исследования для решения инженерных задач проектирования, производства и испытания оружия и систем вооружения

ОПК-15 — Способен четко формулировать цели и задачи проектных процедур, включая разработку тактико-технических заданий на проектирование боеприпасов и взрывателей различного типа и назначения

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

### **ОПК-10**

*знания:*

физики основных процессов, описывающих функционирование средств поражения;

основных методов проектирования средств поражения;

*умения:*

расчетного обоснования функционирования средств поражения на этапах баллистического и эскизного проектирования;

*навыки:*

использования современными программными средствами для моделирования основных физических процессов, описывающих функционирование средств поражения.

### **ОПК-15**

*знания:*

конструкций средств поражения и боеприпасов различного назначения и их основных функциональных отличий;

этапов и целей проектирования;

*умения:*

проведения анализа ТТХ существующих образцов ВВСТ с целью назначения ТТТ к образцам средств поражения и разработку ТТЗ на их проектирование;

формулировать тактико-технические требования на разработку образцов средств поражения;

*навыки:*

работы с государственными и отраслевыми стандартами, нормативно-технической и проектной документацией;

определения целевой функции, оптимизируемых параметров и вектора ограничений при проектировании образцов средств поражения.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СРЕДСТВ ПОРАЖЕНИЯ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *17.05.01 Боеприпасы и взрыватели*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ОСНОВЫ БАЛЛИСТИКИ И АЭРОДИНАМИКИ СРЕДСТВ ПОРАЖЕНИЯ**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ЭФФЕКТИВНОСТЬ И НАДЕЖНОСТЬ СРЕДСТВ ПОРАЖЕНИЯ**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-10 — Способен применять методы математического анализа, моделирования и системного проектирования, теоретического и экспериментального исследования для решения инженерных задач проектирования, производства и испытания оружия и систем вооружения

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 з.е., 252 ч.

#### 3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

| КУРС                | СЕМЕСТР | Наименование разделов и дидактических единиц   | ВСЕГО | Аудиторные занятия<br>в контактной форме |        |                         | Самостоятельная<br>работа студентов | Формируемая<br>компетенция, % |        |
|---------------------|---------|--|-------|--|--------|-------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|--------|
|                     |         |  |       | ВСЕГО                                    | Лекции | Практические<br>занятия |                                     | ОПК-10                        | ОПК-15 |
|                     |         |  |       |  |        |                         |                                     |                               |        |
| 4                   | 7       | Раздел 1. Конструирование снаряда. 1. Введение в курс. Основы конструкции. 2. Этапы проектирования. Оптимальное проектирование. 3. Расчет массовых и динамических характеристик снарядов.  | 32    | 8  | 4      | 4                       | 24                                  | 40                            | 10     |
| 4                   | 7       | Раздел 2. Основы внешней и внутренней баллистики. 1. Давление пороховых газов. 2. Выбор массы артиллерийского снаряда из условия обеспечения максимальной дальности стрельбы. 3. Силы и моменты, действующие на вращающийся снаряд. Характеристика рассеивания. 4. Обеспечение правильности полета. Диаграмма устойчивости и направленности.     | 27    | 12                                       | 8      | 4                       | 15                                  | 10                            | 15     |
| 4                   | 7       | Раздел 3. Проектирование ведущей части снаряда. 1. Динамическая неуравновешенность снаряда 2. Силы инерции 3. Силовое взаимодействие ведущих элементов и ствола орудия 4. Боковые скорости центра масс снаряда.  | 49    | 14                                       | 5      | 9                       | 35                                  | 10                            | 15     |
| Всего за 7 семестр  |         |  | 108   | 34                                       | 17     | 17                      | 74                                  | 60                            | 40     |
| 4                   | 8       | Раздел 4. Силы, действующие на снаряд при выстреле. 1. Давление пороховых газов. 2. Силы инерции 3. Давление снаряжения 4. Силы сопротивления движению.  | 20    | 4  | 4      | 0                       | 16                                  | 10                            | 10     |
| 4                   | 8       | Раздел 5. Расчет прочности снаряда при выстреле. 1. Характеристики прочности и пластичности конструкционных материалов при динамическом нагружении 2. Прочность корпуса снаряда 3. Прочность донной части снаряда 4. Жесткость и устойчивость запясковой части снаряда 5. Стойкость снаряжения при выстреле.                                     | 43    | 18                                       | 11     | 7                       | 25                                  | 10                            | 20     |
| 4                   | 8       | Раздел 6. Период форсирования. 1. Кривые врезания. Реакция ведущего пояска. 2. Расчет на прочность корпуса снаряда в зоне ведущего пояска по методу А.А. Ильюшина.   | 40    | 14                                       | 7      | 7                       | 26                                  | 10                            | 15     |
| 4                   | 8       | Раздел 7. Взаимодействие снарядов с преградами. 1. Проникание снарядов в преграды средней и малой прочности. Эмпирические формулы расчета параметров проникания. Физическая и математическая модели проникания ударников в преграды. 2. Расчет на прочность корпусов снарядов при проникании в преграды. 3. Проникание снарядов в бронепреграды. | 41    | 15                                       | 12     | 3                       | 26                                  | 10                            | 15     |
| Всего за 8 семестр  |         |  | 144   | 51                                       | 34     | 17                      | 93                                  | 40                            | 60     |
| Всего по дисциплине |         |  | 252   | 85                                       | 51     | 34                      | 167                                 | 100                           | 100    |

#### 3.2. Аудиторный практикум

| № п/п                     | Номер и наименование раздела дисциплины           | Тема практического занятия   | Объем, ауд. часов |
|---------------------------|---|--|-------------------|
| 1                         | Раздел 1. Конструирование снаряда.                | Твердотельное моделирование снаряда с определением конструктивных и динамических характеристик по индивидуальному варианту | 4                 |
| 2                         | Раздел 2. Основы внешней и внутренней баллистики. | Оптимизация массы снаряда  | 4                 |
| 3                         | Раздел 3. Проектирование ведущей части снаряда.   | Расчет дисбалансов масс артиллерийского снаряда  | 5                 |
| 4                         |   | Реакции стенок ствола на элементы ведущей части снаряда  | 4                 |
| <b>Всего за 7 семестр</b> |   |  | 17                |
| 5                         | Раздел 5. Расчет прочности снаряда при выстреле.  | Расчет корпуса снаряда на прочность при выстреле   | 7                 |
| 6                         | Раздел 6. Период форсирования.                    | Расчет на прочность корпуса снаряда в зоне ведущего пояска   | 7                 |
| 7                         | Раздел 7. Взаимодействие снарядов с преградами.   | Расчет параметров проникания снаряда в преграду  | 3                 |
| <b>Всего за 8 семестр</b> |   |  | 17                |

#### 3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

| №<br>п/п           | Номер и<br>наименование<br>раздела<br>дисциплины             | Содержание учебного задания  | Объем,<br>часов |
|--------------------|--|--|-----------------|
| 1                  | Раздел 1.<br>Конструирование<br>снаряда.                     | Оформление пояснительной записки.  | 6               |
| 2                  |  | Твердотельное моделирование снаряда.   | 12              |
| 3                  |  | Самостоятельное изучение теоретического материала по рекомендуемой литературе.   | 6               |
| 4                  | Раздел 2. Основы<br>внешней и<br>внутренней<br>баллистики.   | Самостоятельное изучение теоретического материала по рекомендуемой литературе  | 6               |
| 5                  |  | Подготовка исходных данных для выполнения практического задания  | 4               |
| 6                  |  | Оформление пояснительной записки   | 5               |
| 7                  | Раздел 3.<br>Проектирование<br>ведущей части<br>снаряда.     | Оформление пояснительной записки по практическому заданию "Расчет дисбалансов масс артиллерийского снаряда"  | 6               |
| 8                  |  | Самостоятельное изучение теоретического материала по рекомендуемой литературе по практическому заданию "Расчет дисбалансов масс артиллерийского снаряда"         | 9               |
| 9                  |  | Подготовка исходных данных для выполнения практического задания "Расчет дисбалансов масс артиллерийского снаряда"  | 3               |
| 10                 |  | Оформление пояснительной записки по практическому заданию "Реакции стенок ствола на элементы ведущей части снаряда"  | 6               |
| 11                 |  | Самостоятельное изучение теоретического материала по рекомендуемой литературе по практическому заданию "Реакции стенок ствола на элементы ведущей части снаряда" | 8               |
| 12                 |  | Подготовка исходных данных для выполнения практического задания "Реакции стенок ствола на элементы ведущей части снаряда"  | 3               |
| Всего за 7 семестр |  |  | 74              |
| 13                 | Раздел 4. Силы,<br>действующие на<br>снаряд при<br>выстреле. | Самостоятельное изучение теоретического материала  | 16              |
| 14                 | Раздел 5. Расчет<br>прочности снаряда<br>при выстреле.       | Самостоятельное изучение теоретического материала по рекомендуемой литературе  | 13              |
| 15                 |  | Оформление пояснительной записки   | 7               |
| 16                 |  | Подготовка исходных данных для выполнения практической работы  | 5               |
| 17                 | Раздел 6. Период<br>форсирования.                            | Оформление пояснительной записки   | 14              |
| 18                 |  | Самостоятельное изучение теоретического материала по рекомендуемой литературе  | 8               |
| 19                 |  | Подготовка исходных данных для выполнения практической работы  | 4               |
| 20                 | Раздел 7.<br>Взаимодействие<br>снарядов с<br>преградами.     | Самостоятельное изучение теоретического материала по рекомендуемой литературе  | 12              |
| 21                 |  | Подготовка исходных данных по практическому заданию  | 6               |
| 22                 |  | Оформление пояснительной записки   | 8               |
| Всего за 8 семестр |  |  | 93              |

#### 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                   |
| 7       |                 |   | ИПЗ |   | КПос      | ДР |   |   | КПос, ИПЗ | ДР |    | ИПЗ |    |    | КПос, ИПЗ | ДР | Вопр. Зач, диф. зач. |
| 8       |                 |   |     |   | КПос, ИПЗ | ДР |   |   | КПос, ИПЗ | ДР |    |     |    |    | КПос, ИПЗ | ДР | Вопр. Экз            |

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- КПос – контроль посещаемости;
- Вопр. Экз – вопросы к экзамену;
- ИПЗ – индивидуальное практическое задание;
- Вопр. Зач – вопросы к зачету;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

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

- диагностическая работа;
- контроль посещаемости;
- вопросы к экзамену;
- индивидуальное практическое задание;
- вопросы к зачету.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- дифференцированный зачет;
- экзамен.

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. . Определение динамических характеристик снарядов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019, 37 экз.
2. А. В. Бабкин, В. А. Велданов, Е. Ф. Грязнов. . Средства поражения и боеприпасы. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2008, эл. рес.
3. В. М. Куприянов, Д. П. Левин, В. В. Селиванов. . Основы проектирования боеприпасов. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2019, 15 экз.
4. Е. А. Знаменский. . Ударное и кумулятивное действие артиллерийских боеприпасов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017, 51 экз.
5. Е. В. Чурбанов. . Краткий курс баллистики. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006, эл. рес.
6. М. Я. Водопьянов. . Теория и расчёт артиллерийских снарядов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2002, 49 экз.
7. М. Я. Водопьянов. . Основы проектирования боеприпасов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007, 100 экз.
8. М. Я. Водопьянов, Г. Н. Пермяков. . Динамические испытания материалов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1998, 29 экз.
9. М. Я. Водопьянов, Я. О. Павлов. . Основы проектирования средств поражения. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021, 26 экз.
10. Н. В. Могильников, В. В. Горбунов, Л. Ф. Левицкий. . Движение снаряда в стволе и на траектории. Тула: Тул. гос. ун-т, 2007, 70 экз.
11. Ф. П. Миропольский, Е. В. Пырьев, В. В. Головенкин. . Авиационные боеприпасы. М.: Изд-во ВУНЦ ВВС "ВВА им. проф. Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина", 2010, 10 экз.

### 5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

1. А. К. Пичугин, А. И. Шумов, Е. И. Друзин. . Теория, проектирование и конструкция снарядов и боевых частей. Пенза: Изд-во ПВАИУ, 1990, 2 экз.

### 5.3. Периодические издания:

1. Вопросы оборонной техники. Серия 16;
2. Известия Российской академии ракетных и артиллерийских наук.

### 5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины, электронные библиотечные системы:

1. <http://www.library.voenmeh.ru/> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
2. <https://e.lanbook.com/> — ЭБС Лань;
3. <https://urait.ru/> — Образовательная платформа «Юрайт». Для вузов и ссузов..

### 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. КОМПАС-3D V17.

5.6. Информационные технологии:

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

## **6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1. Лекционные занятия:**

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

### **6.2. Практические занятия:**

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

### **6.3. 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 **ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СРЕДСТВ ПОРАЖЕНИЯ** 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 **ЕЗ СРЕДСТВА ПОРАЖЕНИЯ И БОЕПРИПАСЫ**.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ОПК-10 Способен применять методы математического анализа, моделирования и системного проектирования, теоретического и экспериментального исследования для решения инженерных задач проектирования, производства и испытания оружия и систем вооружения;

ОПК-15 Способен четко формулировать цели и задачи проектных процедур, включая разработку тактико-технических заданий на проектирование боеприпасов и взрывателей различного типа и назначения.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением общих вопросов проектирования средств поражения (СП), основных понятий, целей, задач и последовательности проектирования; характеристик основных этапов проектирования; тактико-технического задания и тактико-технических требований при проектировании СП; проектной документации; системного подхода при выборе основных проектных параметров; методов структурно-параметрического описания конструкций, методов оптимального проектирования; тактико-техничко-экономического анализа проектируемого образца СП.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- контроль посещаемости;
- вопросы к экзамену;
- индивидуальное практическое задание;
- вопросы к зачету.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- дифференцированный зачет;
- экзамен.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **7 з.е., 252 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**51 ч.**), практические занятия (**34 ч.**), самостоятельная работа студента (**167 ч.**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 252 ч., из них 85 ч. аудиторных занятий, и 167 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. |
|--|--|--------------------|
| <b>Раздел 1. Конструирование снаряда.</b>                                      |  |                    |
| Оформление пояснительной записки.  | М. Я. Водопьянов. . Теория и расчёт артиллерийских снарядов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2002 (1,3)<br>. Определение динамических характеристик снарядов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (1, 2)  | 6                  |
| Твердотельное моделирование снаряда.   | Ф. П. Миропольский, Е. В. Пырьев, В. В. Головенкин. . Авиационные боеприпасы: М.: Изд-во ВУНЦ ВВС "ВВА им. проф. Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина", 2010 (1)<br>М. Я. Водопьянов. . Основы проектирования боеприпасов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007 (Введение, 1)  | 12                 |
| Самостоятельное изучение теоретического материала по рекомендуемой литературе. | М. Я. Водопьянов, Я. О. Павлов. . Основы проектирования средств поражения: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021 (2)<br>А. В. Бабкин, В. А. Велданов, Е. Ф. Грязнов. . Средства поражения и боеприпасы: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2008 (1)<br>А. К. Пичугин, А. И. Шумов, Е. И. Друзин. . Теория, проектирование и конструкция снарядов и боевых частей: Пенза: Изд-во ПВАИУ, 1990 (1, 8.1) | 6                  |
| Итого по разделу 1   |  | 24                 |
| <b>Раздел 2. Основы внешней и внутренней баллистики.</b>                       |  |                    |
| Самостоятельное изучение теоретического материала по рекомендуемой литературе  | М. Я. Водопьянов. . Теория и расчёт артиллерийских снарядов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2002 (2, 3, 6.2)   | 6                  |
| Подготовка исходных данных для выполнения практического задания                |  | 4                  |
| Оформление пояснительной записки   | М. Я. Водопьянов, Я. О. Павлов. . Основы проектирования средств поражения: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021 (1,3)<br>В. М. Куприянов, Д. П. Левин, В. В. Селиванов. . Основы проектирования боеприпасов: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э.  | 5                  |

|   |   |    |
|---|---|----|
|   | Баумана, 2019 (2.1, 7.1, 7.2, 7.4)<br>Е. В. Чурбанов. . Краткий курс<br>баллистики: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им.<br>Д. Ф. Устинова, 2006 (ч.1 гл. 4, ч.1 гл.10,<br>ч.2 гл. 4, ч.2 гл. 7)  |    |
| Итого по разделу 2  |   | 15 |
| Раздел 3. Проектирование ведущей части снаряда.   |   |    |
| Оформление пояснительной записки по<br>практическому заданию "Расчет<br>дисбалансов масс артиллерийского снаряда"   | В. М. Куприянов, Д. П. Левин, В. В.<br>Селиванов. . Основы проектирования<br>боеприпасов: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э.<br>Баумана, 2019 (2.2)<br>М. Я. Водопьянов, Я. О. Павлов. . Основы<br>проектирования средств поражения:<br>СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф.<br>Устинова, 2021 (8,9)<br>Н. В. Могильников, В. В. Горбунов, Л. Ф.<br>Левицкий. . Движение снаряда в стволе и<br>на траектории: Тула: Тул. гос. ун-т, 2007 (1,<br>2.1, 2.2)<br>М. Я. Водопьянов. . Теория и расчёт<br>артиллерийских снарядов: СПб.БГТУ<br>"ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2002<br>(6.3, 18, 19) | 6  |
| Самостоятельное изучение теоретического<br>материала по рекомендуемой литературе по<br>практическому заданию "Расчет<br>дисбалансов масс артиллерийского снаряда"         |   | 9  |
| Подготовка исходных данных для<br>выполнения практического задания "Расчет<br>дисбалансов масс артиллерийского снаряда"   |   | 3  |
| Оформление пояснительной записки по<br>практическому заданию "Реакции стенок<br>ствола на элементы ведущей части снаряда"   |   | 6  |
| Самостоятельное изучение теоретического<br>материала по рекомендуемой литературе по<br>практическому заданию "Реакции стенок<br>ствола на элементы ведущей части снаряда" |   | 8  |
| Подготовка исходных данных для<br>выполнения практического задания<br>"Реакции стенок ствола на элементы<br>ведущей части снаряда"  |   | 3  |
| Итого по разделу 3  |   | 35 |
| Раздел 4. Силы, действующие на снаряд при выстреле.   |   |    |
| Самостоятельное изучение теоретического<br>материала  | М. Я. Водопьянов, Я. О. Павлов. . Основы<br>проектирования средств поражения:<br>СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф.<br>Устинова, 2021 (4)<br>А. К. Пичугин, А. И. Шумов, Е. И. Друзин.<br>. Теория, проектирование и конструкция<br>снарядов и боевых частей: Пенза: Изд-во<br>ПВАИУ, 1990 (7.1-7.4, 7.6)<br>В. М. Куприянов, Д. П. Левин, В. В.<br>Селиванов. . Основы проектирования<br>боеприпасов: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э.<br>Баумана, 2019 (2)<br>М. Я. Водопьянов. . Теория и расчёт<br>артиллерийских снарядов: СПб.БГТУ<br>"ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2002<br>(6,7)  | 16 |
| Итого по разделу 4  |   | 16 |
| Раздел 5. Расчет прочности снаряда при выстреле.  |   |    |
| Самостоятельное изучение теоретического<br>материала по рекомендуемой литературе  | М. Я. Водопьянов, Я. О. Павлов. . Основы<br>проектирования средств поражения:<br>СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф.<br>Устинова, 2021 (4)<br>М. Я. Водопьянов, Г. Н. Пермяков. .<br>Динамические испытания материалов:<br>СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф.<br>Устинова, 1998 (Все)<br>В. М. Куприянов, Д. П. Левин, В. В.<br>Селиванов. . Основы проектирования<br>боеприпасов: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э.<br>Баумана, 2019 (4.3-4.7)<br>М. Я. Водопьянов. . Теория и расчёт   | 13 |
| Оформление пояснительной записки  |   | 7  |
| Подготовка исходных данных для<br>выполнения практической работы  |   | 5  |

|   |   |    |
|---|---|----|
|   | артиллерийских снарядов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2002 (8,10,11,12)   |    |
| Итого по разделу 5  |   | 25 |
| <b>Раздел 6. Период форсирования.</b>   |   |    |
| Оформление пояснительной записки  | М. Я. Водопьянов. . Теория и расчёт артиллерийских снарядов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2002 (13-16)  | 14 |
| Самостоятельное изучение теоретического материала по рекомендуемой литературе | М. Я. Водопьянов, Я. О. Павлов. . Основы проектирования средств поражения: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021 (7)  | 8  |
| Подготовка исходных данных для выполнения практической работы                 |   | 4  |
| Итого по разделу 6  |   | 26 |
| <b>Раздел 7. Взаимодействие снарядов с преградами.</b>                        |   |    |
| Самостоятельное изучение теоретического материала по рекомендуемой литературе | Е. А. Знаменский. . Ударное и кумулятивное действие артиллерийских боеприпасов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (1.1-1.4)<br>М. Я. Водопьянов, Я. О. Павлов. . Основы проектирования средств поражения: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021 (10,11) | 12 |
| Подготовка исходных данных по практическому заданию                           | А. К. Пичугин, А. И. Шумов, Е. И. Друзин. . Теория, проектирование и конструкция снарядов и боевых частей: Пенза: Изд-во ПВАИУ, 1990 (4)  | 6  |
| Оформление пояснительной записки  | М. Я. Водопьянов. . Теория и расчёт артиллерийских снарядов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2002 (22,23)  | 8  |
| Итого по разделу 7  |   | 26 |

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- индивидуальное практическое задание;
- вопросы к зачету;
- контроль посещаемости;
- вопросы к экзамену;
- дифференцированный зачет;
- экзамен.

### 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.

#### Индивидуальное практическое задание

Индивидуальное практическое задание представляется в печатной форме. Защита задания проходит в форме доклада студента о выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя из перечня вопросов для, представленных в УМК дисциплины.

Допуском к защите практического задания студентом служит:

- наличие отчета по выполненной практической работе;
- соответствие варианта задания, отсутствие явных ошибок в расчетах;
- наличие необходимых разделов и графического материала;
- качество оформления пояснительной записки.

Основой для положительной защиты практической работы является достижение студентом знаний на уровне не менее 60% по теоретическим материалам практической работы. Для оценки достигнутого уровня знаний преподавателем задается не менее 4 вопросов и осуществляется контроль корректности и верности ответов студента.

#### Вопросы к зачету

1. Какие характеристики снаряда называются динамическими?
2. Относительно каких осей снаряда определяются динамические характеристики?
3. При каких расчётах функционирования снаряда используются величины динамических характеристик?
4. Какие методы расчёта динамических характеристик используются при проектировании снарядов?
5. В чём сущность расчёта динамических характеристик методом В.М. Трофимова?
6. Почему результаты расчёта массы снаряда по номинальным размерам отличаются от чертёжной массы?
7. Как изменяется давление пороховых газов в канале ствола при выстреле?
8. Какими параметрами оценивается могущество действия осколочно-фугасных снарядов?
9. Какие внешние силовые воздействия являются определяющими при анализе прочности артиллерийского орудия?
10. Какие факторы определяют дальность полёта снаряда?
11. Какие параметры определяют устойчивость, направленность полёта снаряда?
12. Какими критериями определяется правильный полёт снаряда?
13. Какие факторы определяют уменьшение угловой скорости вращения снаряда?
14. Как влияет изменение величин динамических характеристик снаряда на его функционирование в воздушной среде?
15. Какие факторы приводят к рассеиванию снарядов?
16. Как изменится вид диаграммы устойчивости при вариации допустимых значений коэффициента гироскопической устойчивости?
17. Как изменится вид диаграммы направленности полёта при вариации допустимых значений угла нутации?

18. Что определяет критическая точка диаграммы устойчивости?
19. Какие требования предъявляются к углу наклона нарезов канала ствола?
20. Какие изменения могут быть внесены в облик снаряда для достижения требований обеспечения правильности его полёта?
21. Какие внешние силы действуют на корпус снаряда в канале ствола орудия?
22. Как определяются продольные силы в поперечных сечениях корпуса снаряда?
23. Каковы особенности распределения давления снаряжения в конусной части каморы?
24. Каков вид напряжённого состояния в сечениях стенки корпуса?
25. Как определяется положение опасного сечения?
26. Как определяется необходимая толщина дна корпуса?
27. Что определяет предельные радиальные деформации стенки корпуса?
28. Каковы особенности поведения материала при упругом и пластическом деформировании?
29. Что вкладывается в понятие «стойкость снаряжения»?
30. Каковы основные механизмы разрушения материалов при динамическом нагружении?
31. Как динамический предел текучести зависит от скорости деформации?
32. Как изменяются характеристики пластичности материалов с увеличением скорости нагружения?
33. Как влияет статический предел текучести материалов на величину коэффициента динамичности?
34. Какие внешние силы действуют на корпус снаряда в канале ствола орудия?
35. Что вкладывается в понятия "действительное осевое сжатие" и "действительное радиальное давление"?
36. Каковы деформации корпуса при достижении первого и второго критических давлений?
37. Что вкладывается в понятия "жёсткость" и "устойчивость" конструкции?
38. Какими критериями определяются предельные величины радиальных деформаций запоясковой части корпуса снаряда?
39. Как влияет снаряжение на деформации корпуса снаряда?
40. Как выглядит условная диаграмма истинных напряжений материала?

### **Контроль посещаемости**

Оценивается посещение только лекционных занятий.

В зачет идут только подкрепленные конспектом лекций посещенные занятия. Уровни посещаемости и соответствующие им баллы указываются в технологической карте дисциплины.

### **Вопросы к экзамену**

1. Этапы проектирования. Цели и задачи. ТТЗ и ТТТ. Документация.
2. Баллистическое проектирование. Выбор массы артиллерийского снаряда из условия прочности ствола и откатных частей.
3. Силы и моменты, действующие на вращающийся и оперённый снаряды при их движении в воздушной среде. Обеспечение устойчивости и направленности полёта. Диаграмма устойчивости. Расчёт геометрических размеров оперения.
4. Конструктивные схемы боеприпасов. Эскизное проектирование, формирование облика, выбор геометрических размеров.
5. Расчёт массовых и динамических характеристик изделий.
6. Силы, действующие на корпус артиллерийского снаряда при выстреле: давление пороховых газов, силы инерции в поступательном и вращательном движениях, давление снаряжения, реакция ведущего пояска.
7. Продольные силы в сечениях корпуса снаряда. Расчёт напряжений.
8. Расчёт корпуса снаряда на прочность по методу Бринка.
9. Расчёт на прочность привинтной головки, диафрагмы, запального стакана, других элементов снарядов.
10. Характеристики прочности и пластичности конструкционных материалов при динамическом и импульсивном нагружениях.
11. Расчёт на прочность корпусов осколочно-фугасных снарядов по методу А.А.Ильюшина. Кривые врезания. Расчёт реакции ведущего пояска.
12. Расчёт остаточных деформаций корпуса снаряда, их допустимые величины.
13. Связь деформаций корпуса с кривизной срединной поверхности.
14. Расчёт на прочность корпусов, изготовленных из сталистого чугуна.
15. Влияние близости дна и наличия дополнительных ведущих поясков на деформации корпуса.
16. Определение диаметра ведущего пояска из условия его непроворачиваемости, обеспечения обтюрации пороховых газов, живучести канала ствола и прочности корпуса снаряда.
17. Расчёт ширины ведущего пояска из условия его сопротивляемости истиранию.
18. Прочность, жёсткость и устойчивость запоясковой части корпуса.
19. Расчёт на прочность дна корпуса снаряда при выстреле.
20. Силовое взаимодействие ведущих элементов снаряда и ствола орудия.

21. Неуравновешенность масс.
22. Миномётный выстрел. Силы, действующие на корпус мины при выстреле.
23. Прочность корпусов мин при выстреле.
24. Расчёт оптимального зазора между корпусом мины и каналом ствола миномёта. Образование начальных возмущений при вылете.
25. Взаимодействие боеприпасов с преградами. Расчёт параметров проникания.
26. Прочность тонкостенных корпусов при проникании.
27. Прочность бронебойных снарядов при проникании.
28. Авиационные бомбы. Баллистические характеристики.
29. Определение оптимального калибра авиационной бомбы фугасной группы.
30. Способы бомбометания. Условия безопасного использования осколочных боеприпасов.
31. Перегрузки при маневрировании самолёта-носителя. Взаимодействие авиационной бомбы с подвесной системой самолёта-носителя.
32. Свободные и вынужденные колебания корпусов авиационной бомбы.
33. Прочность тонкостенных корпусов зажигательных авиационных баков с жидким снаряжением при вынужденных поперечных колебаниях.
34. Расчёт на прочность элементов подвесной системы АБ.

### **Дифференцированный зачет**

Оформляется по результатам выполнения и защиты предусмотренных рабочей программой индивидуальных практических заданий.

### **Экзамен**

В восьмом семестре промежуточный контроль проходит в форме устного экзамена по билетам, содержащим 2 вопроса.

Результаты ответов студента оцениваются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «неудовлетворительно».

Основой для определения оценки служит уровень усвоения студентом материала, предусмотренного учебной программой дисциплины.

- оценки «отлично» заслуживает студент, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной программой. Как правило, оценка «отлично» выставляется студентам, усвоившим взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявившим творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала и выполнивший все предусмотренные контрольные мероприятия;
- оценки «хорошо» заслуживает студент, обнаруживший полное знание учебно-программного материала, успешно выполняющий предусмотренные в программе задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную в программе. Как правило, оценка «хорошо» выставляется студентам, показавшим систематический характер знаний по дисциплине и способным к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности и выполнивший все предусмотренные контрольные мероприятия;
- оценки «удовлетворительно» заслуживает студент, обнаруживший знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляющийся с выполнением заданий, предусмотренных программой, знакомый с основной литературой, рекомендованной программой. Как правило, оценка «удовлетворительно» выставляется студентам, допустившим погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладающим необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя и выполнивший все предусмотренные контрольные мероприятия;
- оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, обнаружившему пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании вуза без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

Паспорт фонда оценочных средств

| КУРС                | СЕМЕСТР | Наименование разделов и дидактических единиц        | ВСЕГО | Аудиторные занятия в контактной форме |        |                      | Самостоятельная работа студентов | Формируемая компетенция, % |        | НАИМЕНОВАНИЕ<br>ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА                     |
|---------------------|---------|---|-------|---------------------------------------|--------|----------------------|----------------------------------|----------------------------|--------|---|
|                     |         |   |       | ВСЕГО                                 | Лекции | Практические занятия |                                  | ОПК-10                     | ОПК-15 |   |
|                     |         |   |       |                                       |        |                      |                                  |                            |        |   |
| 4                   | 7       | Раздел 1. Конструирование снаряда.                  | 32    | 8                                     | 4      | 4                    | 24                               | 40                         | 10     | Индивидуальное практическое задание                     |
| 4                   | 7       | Раздел 2. Основы внешней и внутренней баллистики.   | 27    | 12                                    | 8      | 4                    | 15                               | 10                         | 15     | Индивидуальное практическое задание                     |
| 4                   | 7       | Раздел 3. Проектирование ведущей части снаряда.     | 49    | 14                                    | 5      | 9                    | 35                               | 10                         | 15     | Индивидуальное практическое задание, Вопросы к зачету   |
| Всего за 7 семестр  |         |   | 108   | 34                                    | 17     | 17                   | 74                               | 60                         | 40     |   |
| 4                   | 8       | Раздел 4. Силы, действующие на снаряд при выстреле. | 20    | 4                                     | 4      | 0                    | 16                               | 10                         | 10     | Контроль посещаемости                                   |
| 4                   | 8       | Раздел 5. Расчет прочности снаряда при выстреле.    | 43    | 18                                    | 11     | 7                    | 25                               | 10                         | 20     | Индивидуальное практическое задание                     |
| 4                   | 8       | Раздел 6. Период форсирования.                      | 40    | 14                                    | 7      | 7                    | 26                               | 10                         | 15     | Индивидуальное практическое задание                     |
| 4                   | 8       | Раздел 7. Взаимодействие снарядов с преградами.     | 41    | 15                                    | 12     | 3                    | 26                               | 10                         | 15     | Вопросы к экзамену, Индивидуальное практическое задание |
| Всего за 8 семестр  |         |   | 144   | 51                                    | 34     | 17                   | 93                               | 40                         | 60     |   |
| Всего по дисциплине |         |   | 252   | 85                                    | 51     | 34                   | 167                              | 100                        | 100    |   |

## Оценочные материалы по дисциплине ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СРЕДСТВ ПОРАЖЕНИЯ

**ОПК-10 - Способен применять методы математического анализа, моделирования и системного проектирования, теоретического и экспериментального исследования для решения инженерных задач проектирования, производства и испытания оружия и систем вооружения**

№ 1 Прочитайте текст и установите соответствие

Соотнесите метод контроля качества с измеряемым параметром:

1. Баллистические испытания
2. Аэродинамическая труба
3. Весовой контроль

А. Определение центра масс и устойчивости полета.

Б. Оценка поведения снаряда в потоке воздуха.

В. Оценка фактической массы изделия.

Г. Подтверждение траектории и соответствия расчетам.

№ 2 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Для чего рассчитывается коэффициент запаса прочности при проектировании корпуса снаряда?

№ 3 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Что определяет баллистический коэффициент снаряда и зачем он нужен?

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

Какие элементы конструкции боеприпаса влияют на его аэродинамическое сопротивление:

1. Головная часть
2. Радиус масс
3. Форма корпуса
4. Наличие стабилизаторов

№ 5 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Зачем проводят испытания снаряда в аэродинамической трубе?

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

Как определяется критическая скорость разрушения корпуса снаряда?

1. По эксперименту
2. По таблицам
3. По расчету максимальных напряжений
4. По визуальному осмотру

№ 7 Прочитайте текст и установите соответствие

Соотнесите элемент снаряда с выполняемой функцией:

1. Головная часть
2. Ведущий пояс

3. Донная часть

4. Корпус

А. Обеспечивает стабилизацию и герметичность в канале ствола.

Б. Содержит взрывчатое вещество и формирует тело снаряда.

В. Обеспечивает аэродинамические характеристики и способствует прониканию в преграду.

Г. Служит основанием для крепления и восприятия давления.

№ 8 Прочитайте текст и установите последовательность

Установите порядок процессов при расчете прочности корпуса снаряда:

1. Определение геометрических размеров корпуса.

2. Определение нагрузок на корпус при выстреле.

3. Расчет напряжений в корпусе.

4. Сравнение с допустимыми напряжениями материала.

5. Оценка запаса прочности.

№ 9 Прочитайте текст и установите последовательность

Установите хронологию этапов при лабораторных испытаниях боеприпаса:

1. Отбор компонентов боеприпаса.

2. Проведение испытаний в стандартных условиях.

3. Фиксация параметров и отклонений.

4. Анализ результатов испытаний.

5. Документирование полученных данных.

№ 10 Прочитайте текст и установите последовательность

Установите последовательность событий от выстрела до взрыва снаряда при попадании в цель:

1. Снаряд вылетает из канала ствола.

2. Снаряд поражает цель.

3. Пороховой заряд воспламеняется и выталкивает снаряд из гильзы.

4. Взрыватель инициирует детонацию боевого заряда снаряда.

5. В полете взрыватель становится взведённым.

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

Что из перечисленного оказывает наибольшее влияние на точность артиллерийского выстрела?

1. Масса снаряда

2. Отклонение центра масс от оси

3. Диаметр ведущего пояска

4. Материал корпуса

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

Что характеризует коэффициент гироскопической устойчивости снаряда?

1. Угол падения
2. Массу снаряда
3. Сопротивление воздуха
4. Стабильность вращения

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

Для чего используется эксперимент в аэродинамической трубе?

1. Оценка массы
2. Определение центра давления
3. Проверка прочности
4. Измерение радиуса масс

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

Что определяет баллистический коэффициент снаряда?

1. Скорость вращения
2. Сопротивление воздуха
3. Форму и массу
4. Температуру пороха

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

Укажите, какие силы действуют на снаряд при выстреле:

1. Сила трения
2. Реакция ведущего пояска
3. Электростатическое отталкивание
4. Давление пороховых газов

№ 16 Прочитайте текст и установите последовательность

Установите порядок изменения напряжений в корпусе при выстреле:

1. Начало действия давления пороховых газов.
2. Резкий рост внутреннего давления.
3. Появление тангенциальных и радиальных напряжений.
4. Максимальные напряжения в опасных сечениях.
5. Падение давления и спад напряжений.

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

Какие параметры необходимо учитывать при расчете траектории снаряда:

1. Начальная скорость
2. Масса снаряда
3. Форма ведущего пояска
4. Угол возвышения ствола

**ОПК-15 - Способен четко формулировать цели и задачи проектных процедур, включая разработку тактико-технических заданий на проектирование боеприпасов и взрывателей различного типа и назначения**

№ 1 Прочитайте текст и установите соответствие

Соотнесите этап проектирования боеприпаса с основной характеристикой этого этапа:

1. Этап НИР и формулирования ТТТ (тактико-технических требований)
2. Баллистическое проектирование
3. Эскизное проектирование
4. Техническое проектирование

А. Разрабатывается общая конструкция изделия и выполняются расчеты основных параметров функционирования снаряда; создаются эскизные чертежи.

Б. Выпускается полный комплект конструкторской документации, необходимой для изготовления опытных образцов боеприпаса; уточняются детали конструкции под требования производства.

В. Проводятся исследования, анализируются аналоги и формулируются исходные требования к боеприпасу (калибр, назначение, требуемое действие, допустимые нагрузки и т.д.).

Г. Определяются необходимые баллистические характеристики снаряда (начальная скорость, масса, траектория и т.д.), формируется облик боеприпаса и требования к его конструкции для обеспечения заданных характеристик.

№ 2 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Какие методы испытаний боеприпасов позволяют оценить их надёжность при экстремальных условиях эксплуатации? Приведите примеры тестов.

№ 3 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Какие основные этапы включает процесс опытно-конструкторской работы (ОКР) при создании нового артиллерийского снаряда?

№ 4 Прочитайте текст и установите последовательность

Определите правильный порядок действий при моделировании и оценке динамической неустойчивости боеприпаса на этапе проектирования:

1. Расчет суммарного смещения центра масс (дисбаланса) снаряда и определение угла этого дисбаланса по отношению к заданным осям после суммирования вкладов всех элементов.

2. Случайным образом задаются отклонения размеров, массы и положения отдельных частей снаряда в пределах допустимых допусков.

3. Процедура многократно повторяется для получения статистической выборки значений дисбаланса (для оценки вероятностных характеристик кучности).

4. Геометрия и масса снаряда представляются совокупностью нескольких тел вращения (отдельных частей), для каждой части заданы допустимые отклонения (допуски) размеров и положения относительно оси.

5. Для заданной реализации (с набором случайных отклонений) вычисляются смещения центра масс отдельных частей и их вклады в дисбаланс снаряда.

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

На каком этапе проектирования разрабатывается комплект рабочей конструкторской документации, необходимой для изготовления опытных образцов боеприпаса?

1. На этапе научно-исследовательских работ (НИР) и формирования ТТТ
2. На этапе баллистического проектирования
3. На этапе эскизного проектирования
4. На этапе технического проектирования

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

На каком этапе проектирования разрабатывается общая конструкция снаряда и выполняется расчет основных параметров его функционирования?

1. На этапе НИР и формирования ТТТ
2. На этапе баллистического проектирования
3. На этапе эскизного проектирования
4. На этапе технического проектирования

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

Каково основное назначение взрывателя?

1. Обеспечить срабатывание боеприпаса в заданный момент
2. Обеспечить устойчивость снаряда в полёте
3. Уменьшить массу боеприпаса
4. Обеспечить контроль массы боеприпаса

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

Какой из перечисленных параметров не контролируется при приёмке снарядов?

1. Центр масс
2. Радиус масс
3. Внешний вид
4. Коэффициент формы

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

Укажите факторы, влияющие на дальность полета артиллерийского снаряда (при прочих равных условиях):

1. Начальная скорость снаряда
2. Угол возвышения орудия при выстреле
3. Окраска и камуфляж снаряда
4. Баллистические свойства снаряда

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

Какие меры и устройства обеспечивают безопасное обращение с артиллерийскими боеприпасами?

1. Наличие предохранительных механизмов во взрывателях (например, инерционных и дистанционных предохранителей)
2. Герметичная укупорка и специальная тара для хранения и транспортировки боеприпасов
3. Использование стабилизирующих устройств для повышения точности стрельбы
4. Соблюдение температурного режима хранения и регулярная проверка боеприпасов на отсутствие повреждений

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

Какие элементы являются частью взрывателя?

**Варианты ответов:**

1. Капсюль-детонатор
2. Предохранительный механизм
3. Ударник

#### 4. Привинтная головка

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

Какие условия должны выполняться для обеспечения правильного полета снаряда?

**Варианты ответов:**

1. Коэффициент гироскопической устойчивости  $> 0,6$
2. Угол нутации в вершине траектории  $< 2^\circ$
3. Отсутствие радиальных колебаний
4. Срединное отклонение по дальности  $< 30$  метров

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

Для чего проводится контроль состояния боеприпасов при хранении?

1. Для своевременного выявления признаков порчи
2. Для повышения надежности
3. Для контроля массы боеприпаса
4. Для определения коэффициента формы
5. Для проверки баллистических характеристик

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

Какое основное требование предъявляется к условиям хранения боеприпасов?

1. Обеспечение безопасности
2. Снижение массы при длительном хранении
3. Увеличение радиуса масс при складировании
4. Обеспечение сохранности боеприпасов
5. Обеспечение максимальной влажности

№ 15 Прочитайте текст и установите соответствие

Соотнесите тип испытания и его цель:

1. Огневые испытания
2. Лабораторные испытания
3. Испытания на герметичность
4. Балансировочные испытания

**Варианты ответов:**

- А) Проверка работоспособности при стрельбе
- Б) Контроль качества материалов
- В) Проверка защиты от влаги и пыли
- Г) Оценка равномерности распределения массы

№ 16 Прочитайте текст и установите последовательность

Расположите в правильной логической последовательности основные этапы разработки нового боеприпаса:

1. Техническое проектирование (разработка окончательной конструкторской документации)
2. Эскизное проектирование (разработка общей конструкции и расчет параметров)
3. Проведение научно-исследовательской работы (НИР) и формирование тактико-технических требований (ТТТ)
4. Баллистическое проектирование (выбор баллистических параметров и облика снаряда)

№ 17 Прочитайте текст и установите последовательность

Упорядочите последовательность процессов внутри орудия при выстреле артиллерийским снарядом (от момента спуска до вылета снаряда из ствола):

1. Снаряд покидает канал ствола.
2. Боек ударяет по капсюлю-воспламенителю.
3. Пороховой заряд воспламеняется и горит, выделяя раскаленные газы.
4. Давление газов преодолевает сопротивление снаряда покою, снаряд начинает движение.
5. Снаряд разгоняется по стволу под действием пороховых газов, давление постепенно падает.

№ 18 Прочитайте текст и установите последовательность

Какие испытания, как правило, проводятся при испытании новых боеприпасов перед принятием на вооружение?

1. Баллистические стрельбовые испытания (проверка дальности, кучности, действия по цели)
2. Климатические испытания (нагрев, охлаждение, влажность) для проверки работы в различных условиях
3. Испытания на герметичность снаряда под водой в течение длительного времени
4. Испытания на ударопрочность и безопасность при падении (имитация случайного удара)
5. Испытания на пожаростойкость

№ 19 Прочитайте текст и установите последовательность

Установите последовательность событий от выстрела до взрыва снаряда при попадании в цель:

1. Снаряд вылетает из канала ствола.
2. Снаряд поражает цель.
3. Пороховой заряд воспламеняется и выталкивает снаряд из гильзы.
4. Взрыватель инициирует детонацию боевого заряда снаряда.
5. В полете взрыватель становится взведённым.