

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович  
Должность: Проректор по учебной и методической работе  
Дата подписания: 09.11.2023 14:01:35  
Уникальный программный ключ:  
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84



**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Санкт-Петербургский государственный технологический институт  
(технический университет)»

**УТВЕРЖДАЮ**  
Проректор по учебной  
и методической работе  
\_\_\_\_\_ Б.В. Пекаревский  
« 01 » июня 2021 г.

### **Рабочая программа дисциплины**

## **ВНУТРЕННЯЯ БАЛЛИСТИКА СТВОЛЬНЫХ СИСТЕМ**

Специальность

**18.05.01 Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий**

Специализация

**Химическая технология полимерных композиций, порохов и твердых ракетных топлив**

Квалификация

**Инженер**

Форма обучения

**Очная**

Факультет **инженерно-технологический**

Кафедра **химии и технологии высокомолекулярных соединений**

Санкт-Петербург  
2021

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность разработчика	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Доцент		Бердонос Д.Ю.

Рабочая программа дисциплины обсуждена на заседании кафедры химии и технологии высокомолекулярных соединений, протокол от « 08 » апреля 2021 г. № 7.

Заведующий кафедрой

М.А. Ищенко

Одобрено учебно-методической комиссией инженерно-технологического факультета, протокол от « 27 » мая 2021 г. № 8.

Председатель

А.П. Сусла

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель направления подготовки «Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий» - 18.05.01		Т.В. Украинцева
Директор библиотеки		Т.Н. Старостенко
Начальник методического отдела учебно-методического управления		Т.И. Богданова
Начальник УМУ		С.Н. Денисенко

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.....	4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.....	5
3. Объем дисциплины.....	5
4. Содержание дисциплины.....	6
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.....	6
4.2. Занятия лекционного типа.....	6
4.3. Занятия семинарского типа.....	9
4.3.1. Семинары, практические занятия.....	9
4.3.2. Лабораторные работы.....	9
4.4. Самостоятельная работа обучающихся.....	9
4.5. Темы РГР и индивидуального задания.....	9
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.....	9
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.....	10
7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины.....	11
8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.....	12
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	12
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.....	12
10.1. Информационные технологии.....	12
10.2. Программное обеспечение.....	12
10.3. Базы данных и информационные справочные системы.....	12
11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы.....	13
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.....	13
Приложение 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации по дисциплине «Внутренняя баллистика ствольных систем».....	14

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения образовательной программы специалитета обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
<b>ПК-5</b> Способен исследовать пороха и твердые ракетные топлива, проводить стандартные испытания их свойств	<b>ПК-5.2</b> Знание основ внутренней баллистики ствольных систем	<b>Знать:</b> конструкцию и классификацию ствольных систем и основные положения внутренней баллистики ствольных систем (ЗН-1); <b>Уметь:</b> применять основные законы пиростатики и пиродинамики (У-1); <b>Владеть:</b> навыками расчета основных процессов, протекающих при выстреле (Н-1).

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений, к дисциплинам специализации (Б1.В.10.06) и изучается на 5 курсе в 9 семестре.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин «Математика», «Физика», «Прикладная механика», «Основы химии энергонасыщенных соединений» «Химическая физика горения и взрыва», «Химия и технология нитроцеллюлозных порохов и ракетных топлив». Полученные в процессе изучения дисциплины «Внутренняя баллистика ствольных систем» знания, умения и навыки могут быть использованы при изучении дисциплин «Эксплуатационные свойства порохов и твердых ракетных топлив», «Неотложные задачи в химии порохов и твердых ракетных топлив» при прохождении производственной практики, а также при выполнении выпускной квалификационной работы.

## 3. Объем дисциплины

Вид учебной работы	Всего, ЗЕ/академ. часов
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b> (зачетных единиц/ академических часов)	<b>5 / 180</b>
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>62</b>
занятия лекционного типа	36
занятия семинарского типа, в т.ч.	18
семинары, практические занятия (в том числе практическая подготовка)	18 (8)
лабораторные работы (в том числе практическая подготовка)	—
курсовое проектирование (КР или КП)	—
КСР	8
другие виды контактной работы	—
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>82</b>
<b>Форма текущего контроля</b> (Кр, реферат, РГР, эссе)	
<b>Форма промежуточной аттестации</b> (КР, КП, зачет, экзамен)	<b>Экзамен / 36</b>

#### 4. Содержание дисциплины

##### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, академ. часы	Занятия семинарского типа, академ. часы		Самостоятельная работа, академ. часы	Формируемые компетенции	Формируемые индикаторы
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы			
1	Конструкция и классификация ствольных систем. Основные сведения о внутренней баллистике ствольных систем	8	0	0	16	ПК-5	ПК-5.2
2	Процессы и явления, протекающие при выстреле	8	6	0	16	ПК-5	ПК-5.2
3	Пиростатика	10	6	0	18	ПК-5	ПК-5.2
4	Пиродинамика	8	6	0	16	ПК-5	ПК-5.2
5	Внешняя баллистика	2	0	0	16	ПК-5	ПК-5.2

##### 4.2. Занятия лекционного типа

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, академ. часы	Инновационная форма
1	<u>Конструкция и классификация ствольных систем. Основные сведения о внутренней баллистике ствольных систем</u> Конструкция и классификация ствольных систем. Стрелковое оружие. Артиллерийские системы. Боеприпасы к ним. Краткая история развития огнестрельного оружия. Применение порохов в военной технике и народном хозяйстве. Артиллерийские пороха. Понятие о выстреле. Краткие исторические сведения о выдающихся ученых, работавших в области баллистики ствольных систем. Общие сведения. Предмет и задачи внутренней баллистики. Связь внутренней баллистики с технологией порохов, внешней баллистикой и другими науками. История развития баллистики. Роль русских и зарубежных ученых. Основные виды и типы артиллерийских орудий, снарядов, пороховых зарядов.	8	ЛВ
2	<u>Процессы и явления, протекающие при выстреле</u> Кривые изменения давления в канале ствола	8	ЛВ

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
	<p>и скорости снаряда в функции от времени и пути снаряда. Звук, пламенность и дымность при выстреле. Понятие о разгарно-эрозионном действии пороховых газов. Способы борьбы с вредными явлениями при выстреле.</p> <p>Баллистические и физико-химические характеристики порохов. Механизм горения нитроцеллюлозных порохов. Процессы, протекающие в различных зонах горения и их связь с зависимостью скорости горения от давления.</p>		
3	<p><u>Пиростатика</u></p> <p>Геометрический закон горения. Формула Шишкова-Нобля. Потери на теплоотдачу в бомбе. Понятие свободного объема. Приведенная длина. Общая формула пиростатики. Нахождение сгоревшей части заряда. Учет влияния воспламенителя на давление газов в бомбе. Таблица Серебрякова. Кинетика горения. Выражение для закона скорости горения. О применимости различных выражений для закона скорости горения в различных диапазонах давления. Быстрота газообразования. Закон образования газов. Вывод функции формы для порохов в форме ленты, трубки, квадратной пластины, бруска, куба. Закон изменения поверхности пороха при горении. Дегрессивное и прогрессивное горение порохов. Листы прогрессивности. Двучленная формула, для геометрического закона. Вывод функций формы для многоканальных порохов. Листы прогрессивности для порохов прогрессивной формы. Следствия геометрического закона и результаты практических стрельб из орудий. Способы увеличения прогрессивности горения порохов. Закон изменения давления от времени. Характер кривых давления в функции от времени в зависимости от давления воспламенителя, плотности заряжания и толщины горящего свода. Расчет закона скорости горения исходя из экспериментальных зависимостей давление-время. Нахождение коэффициента скорости горения. Физический закон. Отклонение горения порохов от геометрического закона. Функции формы Шарбонье. Опытная оценка прогрессивности горения порохов <math>\Gamma_{оп}</math>. Нахождение <math>\Gamma_{оп}</math>, исходя из кривых давление-время. Графическое выражение физического закона горения. Функция <math>\Gamma_{оп}</math> как анализатор процесса горения. Флегматизация порохов. Особенности горения порохов с узкими каналами. Влияние каналов на <math>\Gamma_{оп}</math>. Интеграль-</p>	10	ЛВ

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
	ные диаграммы. Анализ горения порохов с помощью интегральных диаграмм. Нахождение коэффициентов скорости горения.		
4	<p><u>Пиродинамика</u></p> <p>Основные задачи пиродинамики. Периоды выстрела. Баланс энергии при выстреле. Главные и второстепенные работы, совершаемые при выстреле. Вывод основного уравнения пиродинамики. Важнейшие характеристики выстрела (предельная скорость снаряда, потенциал пороха и др.) Характеристика прогрессивности горения пороха в орудии. Учет второстепенных работ. Устройство нарезки и работа на вращении снаряда. Работа газов, затрачиваемая на перемещении заряда. Общее выражение для учета второстепенных работ.</p> <p>Основные зависимости пиродинамики. Основные допущения. Расчет предварительного периода. Главный (первый) пиродинамический период. Упрощенный метод Дроздова. Вывод зависимостей <math>\psi=\varphi(x)</math>, <math>v=\varphi(x)</math>, <math>l=\varphi(x)</math>, <math>p=\varphi(x)</math>. Нахождение максимального давления в стволе. Второй пиродинамический период. Вывод зависимостей <math>p=\varphi(l)</math>, <math>v=\varphi(x)</math>. Расчет температуры пороховых газов. Определение времени движения снаряда в канале ствола.</p> <p>Расчет элементов выстрела. Понятие о проектировании зарядов. Первоначальный расчет функции <math>p, v=\varphi(l, t)</math>, при заданных условиях заряжания. Табличные методы решения. Примеры расчета характеристик заряда.</p> <p>Экспериментальная баллистика и военная приемка порохов. Определение давления пороховых газов в манометрической бомбе и орудии. Крешерный метод. Тензометрический метод. Индукционные, емкостные, омические датчики давления. Пьезометрический метод. Экспериментальное получение зависимости <math>p=\varphi(x)</math>. Нахождение максимального давления в орудии. Определение начальной скорости снаряда. Способы блокировки траектории снаряда (рамы - мишени, соленоиды - мишени и др.). Определение времени баллистических явлений. Хронограф Ле-Буланже. Электронные хронографы. Характеристики порохов, требуемые при военной приемке порохов. Методы их экспериментального определения и расчета. Требования к артиллерийским порохам в особый период.</p>	8	ЛВ
5	<p><u>Внешняя баллистика</u></p> <p>Предмет и задачи внешней баллистики. Элементы траектории снаряда. Составление и интегрирование дифференциальных уравнений движения снарядов в</p>	2	ЛВ

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
	пустоте. Исследование уравнений траектории. Угол наибольшей дальности. Область применения параболической теории. Сопротивление воздуха движению снаряда.		

### 4.3. Занятия семинарского типа

#### 4.3.1. Семинары, практические занятия

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Инновационная форма
		всего	в том числе на практическую подготовку	
2, 3,4	Расчет зависимости скорости горения от давления и движения снаряда по каналу ствола в разные периоды выстрела. Упрощенный метод Дроздова.	18	8	КтСм

#### 4.3.2. Лабораторные работы

*Учебным планом не предусмотрены.*

#### 4.4. Самостоятельная работа обучающихся.

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	История развития огнестрельного оружия. Совершенствование средств воспламенения	16	Устный опрос № 1
2	Способы уменьшения демаскирующего действия выстрела	16	Устный опрос № 2
3	Выбор формы порохового элемента в зависимости от области применения ствольных систем	18	Устный опрос № 3
4	Действие пороховых газов на элементы орудия. Противооткатные устройства	16	Устный опрос № 4
5	Траектория полета снаряда с учетом вращения земли	16	Устный опрос № 5

#### 4.5. Темы РГР и индивидуального задания

*Учебным планом не предусмотрены.*

### 5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.

1 Веретенников, Е.А. Внутренняя баллистика ствольных систем: учебное пособие / Е. А. Веретенников ; Минобрнауки России, Санкт-Петербургский государствен-

ный технологический институт (технический университет), Кафедра химии и технологии высокомолекулярных соединений. – Санкт-Петербург : [б.и.], 2009. – 86 с.

2 Рогов, Н. Г. Смесевые ракетные твердые топлива: Компоненты. Требования. Свойства : учебное пособие / Н. Г. Рогов, М. А. Ищенко ; Минобрнауки России, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра химии и технологии высокомолекулярных соединений. – Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), 2005. – 195 с.

Методические указания для обучающихся по организации самостоятельной работы по дисциплине, включая перечень тем самостоятельной работы, формы текущего контроля по дисциплине и требования к их выполнению размещены в электронной информационно-образовательной среде СПбГТИ(ТУ) на сайте: <https://media.technolog.edu.ru>.

#### **6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации**

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена.

Экзамен предусматривает выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций.

При сдаче экзамена студент получает два вопроса из перечня вопросов, время подготовки студента к устному ответу - до 45 мин.

Пример варианта вопросов на экзамене:

##### Вариант № 1

1. Основные процессы артиллерийского выстрела и характеризующие их зависимости.
2. Влияние прогрессивности горения порохов на интенсивность газообразования

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1

Результаты освоения дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций достигнут пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе – оценка «удовлетворительно».

## **7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины.**

### **а) печатные издания:**

1 Веретенников, Е. А. Внутренняя баллистика ствольных систем: учебное пособие / Е. А. Веретенников ; Федеральное агентство по образованию, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра химии и технологии высокомолекулярных соединений. – Санкт-Петербург : [б.и.], 2009. – 86 с.

2 Гуменюк, Г. Я. Основы технологического проектирования производств энергонасыщенных материалов : учебное пособие / Г. Я. Гуменюк, Е. А. Веретенников ; Минобрнауки России, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра химии и технологии высокомолекулярных соединений. – Санкт-Петербург : [б.и.], 2012. – 73 с.

### **б) электронные учебные издания:**

1 Балаганский, И. А. Основы баллистики и аэродинамики : учебное пособие / И. А. Балаганский. – Новосибирск : НГТУ, 2017. – 200 с. – ISBN 978-5-7782-3412-3. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/118129> (дата обращения: 05.04.2021). – Режим доступа: по подписке.

## **8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.**

Учебный план, РПД и учебно-методические материалы – доступ с использованием ресурсов сети «Интернет» не предусматривается;

электронно-библиотечные системы:

«Электронный читальный зал – БиблиоТех» <https://technolog.bibliotech.ru/>;

«Лань» <https://e.lanbook.com/books/>;

ФГБУ «Библиотеки РАН» ([www.rasl.ru](http://www.rasl.ru))

ФГБУ «Российской национальной библиотеки» ([www.nlr.ru](http://www.nlr.ru))

ФГБУ «Федеральный институт промышленной собственности» ([www1.fips.ru](http://www1.fips.ru))

ФБГУН «ВИНИТИ РАН» ([www2.viniti.ru](http://www2.viniti.ru))

## **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.**

Все виды занятий по дисциплине «Внутренняя баллистика ствольных систем» проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

СТП СПбГТИ 040-02. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лекция. Общие требования;

СТО СПбГТИ 018-2014. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Семинары и практические занятия. Общие требования к организации и проведению.

СТП СПбГТИ 048-2009. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Самостоятельная планируемая работа студентов. Общие требования к организации и проведению.

Планирование времени, необходимого на изучение данной дисциплины, лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала.

Основными условиями правильной организации учебного процесса для студентов является:

плановость в организации учебной работы;

серьезное отношение к изучению материала;

постоянный самоконтроль.

На занятия студент должен приходить, имея знания по уже изученному материалу.

## **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.**

### **10.1. Информационные технологии.**

В учебном процессе по данной дисциплине предусмотрено использование информационных технологий:

чтение лекций и ведение семинарских занятий с использованием слайд-презентаций;

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС, мессенджеров или электронной почты.

### **10.2. Программное обеспечение.**

Microsoft Office (Microsoft Word, Microsoft Excel, Microsoft PowerPoint);

### **10.3. Базы данных и информационные справочные системы.**

Справочно-поисковая система «Консультант-Плюс»;

Поисковая система «Яндекс» ([www.yandex.ru](http://www.yandex.ru))

### **11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы.**

Дисциплина «Внутренняя баллистика ствольных систем» обеспечена необходимой учебной, учебно-методической и справочной литературой, предоставляемой кафедрой ХТ ВМС. При чтении лекций по дисциплине используются презентации, слайды, рисунки и схемы, представляемые с помощью мультимедийного проектора.

Лекционная аудитория оснащена мультимедийной системой с комплектом презентаций.

### **12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.**

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями учебный процесс осуществляется в соответствии с Положением об организации учебного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья СПбГТИ(ТУ), утвержденным ректором 28.08.2014.

**Фонд оценочных средств  
для проведения промежуточной аттестации  
по дисциплине «Внутренняя баллистика ствольных систем»**

**1. Перечень компетенций и этапов их формирования.**

Индекс компетенции	Содержание	Этап формирования
ПК-5	<b>Способен исследовать пороха и твердые ракетные топлива, проводить стандартные испытания их свойств</b>	промежуточный

## 2. Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования, шкала оценивания

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
ПК-5.2. Знание основ внутренней баллистики ствольных систем	<b>Правильно излагает</b> конструкцию и классификацию ствольных систем и основные положения внутренней баллистики ствольных систем (ЗН-1);	Правильные ответы на вопросы № 1-11 к экзамену	Излагает конструкцию и классификацию ствольных систем и основные положения внутренней баллистики ствольных систем с ошибками	Излагает конструкцию и классификацию ствольных систем и основные положения внутренней баллистики ствольных систем с небольшими ошибками или неточностями	Излагает конструкцию и классификацию ствольных систем и основные положения внутренней баллистики ствольных систем без ошибок
	<b>Объясняет</b> основные законы пиростатики и пиродинамики (У-1)	Правильные ответы на вопросы № 12-27 к экзамену	С ошибками объясняет основные законы пиростатики и пиродинамики	Объясняет основные законы пиростатики и пиродинамики с небольшими подсказками преподавателя	Способен самостоятельно объяснить основные законы пиростатики и пиродинамики
	<b>Демонстрирует</b> навыки расчета основных процессов, протекающих при выстреле (Н-1)	Правильные ответы на вопросы № 28-38 к экзамену	Плохо ориентируется в вопросах расчета основных процессов, протекающих при выстреле	Демонстрирует с ошибками навыки расчета основных процессов, протекающих при выстреле	Демонстрирует хорошие навыки расчета основных процессов, протекающих при выстреле

**3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации**  
**а) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-5:**

1. Огнестрельное оружие. Ствольные системы. Виды.
2. История развития ствольных систем.
3. Классификация и конструкция стрелкового оружия.
4. Классификация и конструкция артиллерийских систем.
5. Наименование основных параметров процесса при артиллерийском выстреле  $P, V(L)$ ;  $P, V(\tau)$ .
6. Основные процессы артиллерийского выстрела и характеризующие их зависимости.
7. Явления, сопровождающие выстрел.
8. Назначение компонентов порохов.
9. Баллистические и энергетические характеристики порохов.
10. Предмет и задачи внешней баллистики.
11. Элементы траектории снаряда.
12. Объект изучения в пиростатике. Экспериментальные методы исследований.
13. Закономерности процесса горения порохов с позиций теплового баланса реакционного слоя К-фазы.
14. Вывод и анализ формулы Шишкова-Нобля.
15. Зависимость  $P(\tau)$  при горении пороха в манометрической бомбе.
16. Опытное определение силы пороха и коволюма пороховых газов.
17. Влияние различных факторов на процесс горения порохов. Опытное определение закона скорости горения.
18. Общая формула пиростатики (вывод и анализ).
19. Зависимость  $\psi_i(P_i)$  для пиростатики. Обработка экспериментальной кривой  $P(\tau)$  до  $U(P)$ .
20. 13 Полный импульс давления для порохов, имеющих закон скорости горения  $U=A_1P$ .
21. Влияние условий заряжания манометрической бомбы и толщины горящего свода на  $P(\tau)$ .
22. Вывод общей зависимости  $\psi(Z)$  для прогрессивно горящих порохов.
23. Быстрота газообразования. Дегрессивно и прогрессивно горящие пороха.
24. Формы пороховых зерен.
25. Основное уравнение внутренней баллистики (уравнение Резаля). КПД выстрела и потенциал пороха.
26. Важнейшие характеристики выстрела (предельная скорость снаряда, потенциал пороха и др.)
27. Учет второстепенных работ. Работа газов, затрачиваемая на перемещении заряда.
28. Методы определения химических и физико-химических характеристик порохов.
29. Методы определения баллистических характеристик порохов.
30. Методы определения взрывчатых характеристик.
31. Экспериментальная баллистика и военная приемка порохов.
32. Порядок баллистического проектирования орудия.
33. Характеристики порохов, требуемые при военной приемке порохов. Методы их экспериментального определения и расчета. Требования к артиллерийским порохам в особый период.
34. Опытное определение силы пороха и коволюма пороховых газов.
35. Текущее давление при горении пороха в постоянном объеме.

36. Экспериментальное определение баллистических характеристик пороха.
37. Определение давления пороховых газов в манометрической бомбе и орудии. Крепкий метод. Тензометрический метод.
38. Нахождение максимального давления в орудии. Определение начальной скорости снаряда.

При сдаче экзамена, студент получает два вопроса из перечня, приведенного выше. Время подготовки студента к устному ответу на вопросы - до 45 мин.

**4. Методические материалы для определения процедур оценивания знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций.**

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями СТП СТО СПбГТИ(ТУ) 016-2015. КС УКДВ Порядок проведения зачетов и экзаменов.

По дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме экзамена.

Шкала оценивания на экзамене балльная («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»).