

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет**

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по учебной работе

  
\_\_\_\_\_ Н.В.Лобов

« 02 » февраля 20 21 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дисциплина:** \_\_\_\_\_ **Внутренняя баллистика** \_\_\_\_\_  
(наименование)

**Форма обучения:** \_\_\_\_\_ **очная** \_\_\_\_\_  
(очная/очно-заочная/заочная)

**Уровень высшего образования:** \_\_\_\_\_ **специалитет** \_\_\_\_\_  
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

**Общая трудоёмкость:** \_\_\_\_\_ **180 (5)** \_\_\_\_\_  
(часы (ЗЕ))

**Направление подготовки:** **18.05.01 Химическая технология энергонасыщенных**  
**материалов и изделий** \_\_\_\_\_  
(код и наименование направления)

**Направленность:** **Химическая технология полимерных композиций, порохов и**  
**твёрдых ракетных топлив** \_\_\_\_\_  
(наименование образовательной программы)

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели и задачи дисциплины

Формирование комплекса знаний в области устройства ствольных и ракетных систем, основных характеристик энергонасыщенных конденсированных материалов (ЭКМ): баллистических, энергомассовых, физико-химических характеристик и методов их определения. Изучение рабочих процессов в метательных системах.

### 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- физико-химические, баллистические и энергетические характеристики энергонасыщенных материалов;  
- методы и приборы для исследования и оценки эффективности и практической пригодности энергонасыщенных материалов и изделий;

### 1.3. Входные требования

Не предусмотрены

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.3	ИД-1ПК-1.3	Знания классификации, устройство, общие принципы действия пороховых метательных зарядов, средств воспламенения, артиллерийских выстрелов, реактивных двигателей на твердом топливе, а также методы определения и регулирования внутрибаллистических характеристик	Знает характеристики и методы испытаний порохов и твердых ракетных топлив;	Дифференцированный зачет
ПК-1.3	ИД-2ПК-1.3	Умение оценивать теоретически внутрибаллистические и энергетические характеристики ЭКМ и изделий на их основе для проведения комплексных испытаний	Умеет разрабатывать программы испытаний порохов и твердых ракетных топлив;	Дифференцированный зачет

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.3	ИД-3ПК-1.3	Владение навыками оценки баллистических и энергетических характеристик порохов и твердых ракетных топлив	Владеет навыками комплексной оценки физико-химических и специальных свойств порохов и твердых ракетных топлив для получения оптимальных характеристик	Дифференцированный зачет
ПК-1.6	ИД-1ПК-1.6	Знания физико-химических, энергетических и внутрибаллистических характеристик основных рецептур порохов и твердых ракетных топлив и методы их определения	Знает характеристики порохов, твердых ракетных топлив, полимерных композиционных материалов	Дифференцированный зачет
ПК-1.6	ИД-2ПК-1.6	Умение определять в ходе стандартных испытаний энергетические и внутрибаллистические характеристики порохов и твердых ракетных топлив и изделий из них	Умеет проводить испытания порохов, твердых ракетных топлив, полимерных композиционных материалов и изделий из них	Контрольная работа
ПК-1.6	ИД-3ПК-1.6	Владение навыками проведения теоретических исследований по определению энергетических и внутрибаллистических характеристик ЭКМ и изделий из них.	Владеет навыками проведения исследований при определении характеристик порохов, твердых ракетных топлив, полимерных композиционных материалов и изделий	Отчёт по практическому занятию

### 3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		8	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	72	72	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	34	34	
- лабораторные работы (ЛР)			
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	36	36	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	108	108	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен			
Дифференцированный зачет	9	9	
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	180	180	

### 4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	
8-й семестр				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Виды, системы современного оружия и техники, использующие пороха и ТРТ составы и классификация; характеристики, свойства и качества ЭКМ. Понятие, общие характеристики и принципиальные различия метательные ЭКМ, пиротехнических составов и взрывчатых композиций	14	0	12	26
<p>Тема 1. Особенности различных видов ствольных систем. Понятие о выстреле, основные процессы и явления выстрела. Баллисти-ческие характеристики ствольных систем. Классификация зарядов, их устройство и назначение.</p> <p>Тема 2. Виды и составы порохов для ствольных систем Виды порохов, их состав, свойства, механизм горения. Энергетические и баллистические характеристики порохов. Требования к порохам, особенности орудийных, минометных и порохов для стрелкового оружия.</p> <p>Тема 3. Реактивные и ракетные двигатели Определение реактивного движения, реактивной силы. Конструктивные схемы и основные части РДТТ. Классификация РДТТ по назначению, параметрам, конструктивным особенностям, условиям эксплуатации</p> <p>Тема 4. Основные соотношения реактивного движения. Уравнение Мещерского. Уравнение Бори. Уравнение Циолковского. Уравнение тяги. Основные параметры камеры и двигателя. Взаимосвязь параметров ракеты, топлива, двигателя.</p> <p>Тема 5. Экспериментальная баллистика. Экспериментальное определение баллистических характеристик выстрела. Методы и средства огневой стендовой отработки РДТТ. Цели, сущность и виды эксплуатационных испытаний. Методы определения характеристик РДТТ и топлив.</p>				
Внутренняя баллистика ствольных систем	10	0	12	36
<p>Тема 6. Геометрический и физический законы горения. Быстрота газообразования, связь между геометрией и образованием газов, Прогрессивное и дегрессивное горение. Связь между давлением и условиями заряжания, уравнение Шишкова-Нобля.</p> <p>Тема 7. Полный баллистический анализ порохов по опытам в манометрической бомбе. Манометрия, аппаратное оформление, математическое и программное обеспечение, методы работы.</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Тема 8. Основные закономерности выстрела, Баланс энергии при выстреле, основное уравнение внутренней баллистики. Тема 9. Основные энергетические характеристики выстрела. Предельный запас энергии, предельная скорость снаряда, к.п.д. выстрела, коэффициент полноты индикаторной диаграммы.				
Внутренняя баллистика РДГТ	10	0	12	46
Тема 10. Подробный анализ факторов, влияющих на параметры рабочих процессов в камере сгорания РДГТ. Полная и упрощенные модели рабочих процессов. Нульмерная постановка основной задачи внутренней баллистики РДГТ. Тема 11. Расчет параметров рабочих процессов. Решение основной задачи внутренней баллистики РДГТ для зарядов прогрессивного, дегрессивного и нейтрального горения.. Разброс параметров РДГТ. Уменьшение разброса параметров при разработке материалов и конструкции двигателя, при изготовлении РДГТ. Регулирование параметров. Тема 12. Особенности горения зарядов с неравномерным распределением свойств топлива по своду. Особенности горения зарядов с неравномерным распределением свойств топлива по своду. Эрозионное горение. Тема 13. Устойчивость процессов в камере сгорания РДГТ. Виды неустойчивости. Способы подавления неустойчивости. Тема 14. Отсечка тяги. Гашение заряда вводом хладоагента и сбросом давления. Горение заряда при резком изменении давления.				
ИТОГО по 8-му семестру	34	0	36	108
ИТОГО по дисциплине	34	0	36	108

### Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Практическое изучение различных видов ствольных систем и их внутрибаллистических характеристик (ВБХ).
2	Практическое изучение зарядов к ствольным системам и их составление для обеспечения заданных ВБХ
3	Практическое изучение различных видов РДГТ и их внутрибаллистических характеристик.

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
4	Математическое моделирование тепловых процессов в камере сгорания РДТТ и выбор теплозащитного покрытия корпуса РДТТ
5	Расчет реактивной силы (Уравнение Мещерского) и изучение влияния ВБХ на величину реактивной силы.
6	Расчет идеальной скорости (Уравнение Циолковского и изучение влияния баллистических характеристик топлива на скорость и дальность полета ракеты.
7	Расчет тяги РДТТ и удельного импульса и изучение взаимосвязи параметров ракеты, двигателя, топлива.
8	Экспериментальное определение ВБХ ствольных и ракетных систем
9	Полный баллистический анализ порохов по опытам в манометрической бомбе. Расчет силы пороха и коволюма газов.
10	Полный баллистический анализ порохов по опытам в манометрической бомбе. Определение прогрессивности горения пороха.
11	Полный баллистический анализ порохов по опытам в манометрической бомбе. Определение скорости горения
12	Решение основного уравнения внутренней баллистики и определение основных характеристик выстрела
13	Решение основной задачи внутренней баллистики РДТТ для зарядов прогрессивного, дегрессивного и нейтрального горения.
14	Решение основной задачи внутренней баллистики РДТТ для зарядов с неравномерным распределением свойств по своду.
15	Расчет разброса параметров рабочих процессов в РДТТ.

## 5. Организационно-педагогические условия

### 5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении лабораторных занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

## 5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

## 6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

### 6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
<b>1. Основная литература</b>		
1	Косточко А. В. Пороха, ракетные твёрдые топлива и их свойства : учебное пособие / А. В. Косточко, Б. М. Казбан. - Москва: ИНФРА-М, 2014.	20
2	Талин Д. Д. Внутренняя баллистика ствольных систем и ракетных двигателей твердого топлива : конспект лекций / Д. Д. Талин. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2003.	25
<b>2. Дополнительная литература</b>		
<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		
1	Евграшин Ю. Б. Проектирование и отработка ракетных двигателей на твёрдом топливе : учебное пособие для вузов / Ю. Б. Евграшин. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2008.	152
2	Рогов Н.Г. Физико-химические свойства порохов и твердых ракетных топлив : учебное пособие для вузов / Н.Г. Рогов, Ю.А. Груздев. - СПб: Изд-во СПбГТУ, 2005.	37
<b>2.2. Периодические издания</b>		
1	Физика горения и взрыва : научно-теоретический журнал / Российская академия наук. Сибирское отделение; Институт гидродинамики им. М.А. Лаврентьева; Институт химической кинетики и горения; Институт теоретической и прикладной механики. - Новосибирск: СО РАН, 1965 - .	
<b>2.3. Нормативно-технические издания</b>		
	Не используется	
<b>3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины</b>		
1	Талин Д. Д. Физико-химические свойства взрывчатых веществ, порохов и твердых ракетных топлив : учебное пособие / Д. Д. Талин. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2007.	50
<b>4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента</b>		
1	Внутренняя баллистика РДТТ : справочное издание / А. В. Алиев [и др.]. - Москва: Машиностроение, 2007.	7



## 6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Евграшин Ю. Б. Проектирование и отработка ракетных двигателей на твёрдом топливе : учебное пособие для вузов / Ю. Б. Евграшин. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2008.	<a href="https://elib.pstu.ru/docview/?fDocumentId=2402">https://elib.pstu.ru/docview/?fDocumentId=2402</a>	сеть Интернет; свободный доступ
Методические указания для студентов по освоению дисциплины	Талин Д. Д. Физико-химические свойства взрывчатых веществ, порохов и твердых ракетных топлив : учебное пособие / Д. Д. Талин. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2007.	<a href="https://elib.pstu.ru/docview/?fDocumentId=576">https://elib.pstu.ru/docview/?fDocumentId=576</a>	сеть Интернет; свободный доступ
Основная литература	Талин Д. Д. Внутренняя баллистика ствольных систем и ракетных двигателей твердого топлива : конспект лекций / Д. Д. Талин. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2003.	<a href="https://elib.pstu.ru/docview/?fDocumentId=2942">https://elib.pstu.ru/docview/?fDocumentId=2942</a>	сеть Интернет; свободный доступ
Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов	Алиев А. В. Внутренняя баллистика РДТТ / Алиев А. В., Амарантов Г. Н., Ахмадеев В. Ф., Бабук В. А. - Москва: Машиностроение, 2007.	<a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_cid=25&amp;p11_id=725">http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_cid=25&amp;p11_id=725</a>	сеть Интернет; авторизованный доступ
Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов	Косточко, А. В. Пороха, ракетные твердые топлива и их свойства. Воспламенение и горение порохов и ракетных твердых топлив : учебное пособие / А. В. Косточко, Б. М. Казбан. - Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет	<a href="https://elib.pstu.ru/vufind/Record/iprbooks62550">https://elib.pstu.ru/vufind/Record/iprbooks62550</a>	локальная сеть; авторизованный доступ

## 6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	MS Windows XP (подп. Azure Dev Tools for Teaching до 27.02.2022 )
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567

Вид ПО	Наименование ПО
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Dr.Web Enterprise Security Suite, 3000 лиц, ПНИПУ ОЦНИТ 2017

#### **6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	<a href="http://lib.pstu.ru/">http://lib.pstu.ru/</a>
Электронно-библиотечная система Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
Электронно-библиотечная система IPRbooks	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>

#### **7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине**

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лекция	Нотубук	1
Лекция	Проектор	1
Лекция	Экран	1
Практическое занятие	Нотубук	1
Практическое занятие	Персональный компьютер	14
Практическое занятие	Проектор	1
Практическое занятие	Экран	1

#### **8. Фонд оценочных средств дисциплины**

Описан в отдельном документе
------------------------------

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Пермский национальный исследовательский политехнический  
университет»

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине  
«Внутренняя баллистика»  
*Приложение к рабочей программе дисциплины*

<b>Направление подготовки:</b>	18.05.01 Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий
<b>Направленность (профиль) образовательной программы:</b>	«Химическая технология полимерных композиций, порохов и твердых ракетных топлив»
<b>Квалификация выпускника:</b>	«Специалист»
<b>Выпускающая кафедра:</b>	Технология полимерных материалов порохов
<b>Форма обучения:</b>	Очная

**Курс:** 4

**Семестр:** 8

**Трудоёмкость:**

Кредитов по рабочему учебному плану:	5 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану:	180 ч.

**Форма промежуточной аттестации:**

Дифференцированный зачёт: 8 семестр

Пермь 2021

**Фонд оценочных средств** для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине разработан в соответствии с общей частью фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации основной образовательной программы, которая устанавливает систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

### Объекты оценивания и виды контроля

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (8-го семестра учебного плана) и разбито на 3 учебных раздела. Предусмотрены аудиторские лекционные и практические занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения по дисциплине (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, сдаче отчетов по практическим занятиям и дифференцированному зачету. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля				
	Текущий		Рубежный		Итоговый Дифференцированный Зачёт
	С	ТО	ПЗ	Т/КР	
<b>Усвоенные знания</b>					
<b>3.1 Знания</b> классификации, устройство, общие принципы действия пороховых метательных зарядов, средств воспламенения, артиллерийских выстрелов, реактивных двигателей на твердом топливе, а также методы определения и регулирования внутрибаллистических характеристик	С	ТО		КР1	ТВ
<b>3.2 Знания</b> физико-химических, энергетических и внутрибаллистических характеристик основных рецептур порохов и твердых ракетных топлив и методы их определения	С	ТО		КР1	ТВ
<b>Освоенные умения</b>					
<b>У.1 Умение</b> оценивать теоретически внутрибаллистические и энергетические характеристики ЭКМ и изделий на их основе для проведения комплексных испытаний			ПЗ-1	КР2	ПЗ
<b>У.2 Умение</b> определять в ходе стандартных испытаний энергетические и внутрибаллистические характеристики порохов и твердых ракетных топлив и изделий из них			ПЗ-2	КР3	
<b>Приобретенные владения</b>					
<b>В.1 Владение</b> навыками оценки баллистических и энергетических характеристик порохов и твердых			ПЗ-1		КЗ

ракетных топлив					
<b>В.2 Владение</b> навыками проведения теоретических исследований по определению энергетических и внутрибаллистических характеристик ЭКМ и изделий из них.			ПЗ-2		

*С – собеседование по теме; ТО – коллоквиум (теоретический опрос); Т/КР – рубежное тестирование (контрольная работа); ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание; КЗ – комплексное задание дифференцированного зачета.*

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде зачета, проводимая с учётом результатов текущего и рубежного контроля.

## **2. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения**

Текущий контроль успеваемости имеет целью обеспечение максимальной эффективности учебного процесса, управление процессом формирования заданных компетенций обучаемых, повышение мотивации к учебе и предусматривает оценивание хода освоения дисциплины. В соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ предусмотрены следующие виды и периодичность текущего контроля успеваемости обучающихся:

- входной контроль, проверка исходного уровня подготовленности обучаемого и его соответствия предъявляемым требованиям для изучения данной дисциплины;

- текущий контроль усвоения материала (уровня освоения компонента «знать» заданных компетенций) на каждом групповом занятии и контроль посещаемости лекционных занятий;

- промежуточный и рубежный контроль освоения обучаемыми отдельных компонентов «знать», «уметь» заданных компетенций путем компьютерного или бланчного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ (индивидуальных домашних заданий), защиты отчетов по лабораторным работам, рефератов, эссе и т.д.

Рубежный контроль по дисциплине проводится на следующей неделе после прохождения модуля дисциплины, а промежуточный – во время каждого контрольного мероприятия внутри модулей дисциплины;

- межсессионная аттестация, единовременное подведение итогов текущей успеваемости не менее одного раза в семестр по всем дисциплинам для каждого направления подготовки (специальности), курса, группы;

- контроль остаточных знаний.

### **2.1. Текущий контроль усвоения материала**

Текущий контроль усвоения материала в форме собеседования или выборочного теоретического опроса студентов проводится по каждой теме. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной

аттестации.

## **2.2. Рубежный контроль**

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных владений (табл. 1.1) проводится в форме защиты лабораторных работ и рубежных контрольных работ (после изучения каждого модуля учебной дисциплины).

### **2.2.1. Сдача результатов выполнения практического задания**

Всего запланировано 2 вида практических заданий.

#### **Типовые практические задания:**

ПЗ-1. полный баллистический анализ пороха по заданным преподавателем результатам испытаний данного вида пороха в манометрической бомбе.

ПЗ-2. Выбор геометрии заряда и твердого ракетного топлива с определением его внутрибаллистических характеристик.

### **2.2.2. Рубежная контрольная работа**

Согласно РПД запланировано 3 рубежные контрольные работы (КР) после освоения студентами учебных разделов: первая контрольная работа КР-1 «Виды, системы современного оружия и техники, использующие пороха и ТРТ составы и классификация; характеристики, свойства и качества ЭКМ. Понятие, общие характеристики и принципиальные различия метательные ЭКМ, пиротехнических составов и взрывчатых композиций»; вторая контрольная работа КР-2 «Внутренняя баллистика ствольных систем»; третья контрольная работа КР-3 «Внутренняя баллистика РДТТ».

#### **Типовые задания КР-1:**

1. Описание общих и отличительных признаков в процессах взрывчатого превращения ЭКМ в виде горения и детонации. Определение влияния на скорость горения ЭКМ давления, начальной температуры и скорости обтекания поверхности продуктами горения.

2. Описание известных законов горения ЭКМ и закона скорости горения. Определение механизмов горения гомогенных и гетерогенных ЭКМ.

3. Дать характеристику предварительного, первого, второго периодов выстрела, а также периода последствия пороховых газов на снаряд и ствол.

#### **Типовые задания КР-2:**

1. назвать выражение  $P_{\psi} = P_b + \frac{f\Delta\psi}{1 - \frac{\Delta}{\delta}(1 - \psi) - \psi\Delta\alpha}$ , раскрыть его содержание,

физический смысл и область применения. Преобразовать к виду, удобному при обработке результатов эксперимента.

2. Назвать уравнение  $ps(1_{\psi} + 1) = f\psi\psi - \theta\psi mv^2/2$ , раскрыть его содержание, физический смысл и область применения. Показать различие горения в замкнутом объеме и в канале ствола.

#### **Типовые задания КР-3:**

1. Разработать алгоритм и программу расчета опытной характеристики прогрессивности горения по кривой изменения давления в манометрической бомбе

и произвести расчет характеристик по заданной кривой изменения давления.

2. Произвести расчет внутрибаллистических характеристик РДТТ в нульмерной постановке.

Типовые шкала и критерии оценки результатов рубежной контрольной работы приведены в общей части ФОС образовательной программы.

### **2.3. Выполнение комплексного индивидуального задания на самостоятельную работу**

Для оценивания навыков и опыта деятельности (владения), как результата обучения по дисциплине, не имеющей курсового проекта или работы, используется индивидуальное комплексное задание студенту.

Типовые шкала и критерии оценки результатов защиты индивидуального комплексного задания приведены в общей части ФОС образовательной программы.

### **2.4. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)**

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача всех лабораторных работ и положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

#### **2.4.1. Процедура промежуточной аттестации без дополнительного аттестационного испытания**

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета. Зачет по дисциплине основывается на результатах выполнения предыдущих индивидуальных заданий студента по данной дисциплине.

Критерии выведения итоговой оценки за компоненты компетенций при проведении промежуточной аттестации в виде зачета приведены в общей части ФОС образовательной программы.

#### **2.4.2. Процедура промежуточной аттестации с проведением аттестационного испытания**

В отдельных случаях (например, в случае переаттестации дисциплины) промежуточная аттестация в виде зачета по дисциплине может проводиться с проведением аттестационного испытания по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний, практические задания (ПЗ) для проверки освоенных умений и комплексные задания (КЗ) для контроля уровня приобретенных владений заявленных компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности *всех* заявленных компетенций.

##### **2.4.2.1. Типовые вопросы и задания для зачета по дисциплине**

###### **Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:**

1. Общие характеристики и отличия между взрывчатыми веществами, пиротехническими и метательными составами.

2. Определение фронтом взрывчатого превращения ЭКМ.

3. Определение линейной скорости горения, назовите факторы, влияющие на скорость горения и обоснование механизма их влияния.

4. Связь между геометрией и образованием газов. Определение прогрессивности и дигрессивности горения ЭКМ.
5. Действие флегматизации порохов на процесс их горения.
6. Понятие химического реактивного двигателя. Какие виды энергии потенциально возможно использовать для создания реактивного движения?
7. Определение силы пороха, коволюма пороховых газов.

**Типовые вопросы и практические задания для контроля освоенных умений:**

1. Провести оценку величин скоростей взрывчатого превращения ЭКМ в формах термического разложения, горения и детонации.
2. Сделать количественный анализ теплоты взрыва ЭКМ согласно закона Г.И. Гесса.
3. Сформулировать принципы расчётной оценки тротилового эквивалента ЭКМ по теплотам образования (классический вариант) и по косвенным параметрам, таким как безопасные расстояния или прогнозируемый уровень разрушений.

**Типовые комплексные задания для контроля приобретенных владений:**

1. Составить план расчётной оценки временных показателей работы двигателя и итогового полного времени его работы.
2. Сформулировать принципы проведения баллистических испытаний образцов ЭКМ.
3. Обосновать аспекты, позволяющие организацию экспериментов по опытной оценке детонационных свойств ЭКМ (скорость детонации, критический диаметр детонации) в условиях ограниченной безопасной загрузки лабораторных испытательных бронекабин.

**2.4.2.2. Шкалы оценивания результатов обучения на зачете**

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче зачета для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в общей части ФОС образовательной программы.

**3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и компетенций**

**3.1. Оценка уровня сформированности компонентов компетенций**

При оценке уровня сформированности компетенций в рамках выборочного контроля при зачете считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой в билете компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

Общая оценка уровня сформированности всех компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.



Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в общей части ФОС образовательной программы.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде зачета используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.