

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

« 17 » февраля 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: _____ **Внутренняя баллистика** _____
(наименование)

Форма обучения: _____ **очная** _____
(очная/очно-заочная/заочная)

Уровень высшего образования: _____ **магистратура** _____
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

Общая трудоёмкость: _____ **144 (4)** _____
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: _____ **18.04.01 Химическая технология** _____
(код и наименование направления)

Направленность: _____ **Химическая технология энергетических конденсированных систем** _____
(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель учебной дисциплины - формирование комплекса знаний в области устройств ствольных и ракетных систем, зарядов к ним, основных характеристик энергонасыщенных материалов и методов их определения.

Задачи дисциплины:

- изучение физико-химических, баллистических и энергетических характеристик основных видов порохов и ТРТ, рабочих процессов в ствольных системах и РДТТ, и зависимостей рабочих параметров этих процессов от характеристик порохов и ТРТ.
- формирование умений разрабатывать методики и программы проведения испытаний и определять в ходе испытаний физико-химические, баллистические и энергетические характеристики порохов и ТРТ;
- формирование навыков комплексной оценки физико-химических, баллистических и энергетических характеристик порохов, ТРТ и изделий на их основе.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Предметом освоения дисциплины являются следующие объекты:

- 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-1.1	ИД-1ПК-1.1	Знание характеристик основных рецептур порохов и твердых ракетных топлив и методов их определения	Знает актуальную нормативную документацию в соответствующей области знаний; научные проблемы по тематике проводимых исследований и разработок;	Контрольная работа
ПК-1.1	ИД-2ПК-1.1	Умение определять внутрибаллистические характеристики изделий из порохов и твердых ракетных топлив.	Умеет применять методы анализа результатов исследований и разработок	Экзамен

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.1	ИД-3ПК-1.1	Владение опытом комплексной оценки физико-химических, энергетических и внутрибаллистических характеристик порохов и твердых ракетных топлив и изделий из них.	Владеет навыками проведения анализа результатов экспериментов и наблюдений	Экзамен
ПК-1.5	ИД-1ПК-1.5	Знание классификации, устройство, общие принципы действия пороховых метательных зарядов, средств воспламенения, артиллерийских выстрелов, реактивных двигателей на твердом топливе, а также методов определения и регулирования внутрибаллистических характеристик.	Знает требования, предъявляемые к энергетическим конденсированным системам и к исходным веществам и материалам, методы испытаний;	Экзамен
ПК-1.5	ИД-2ПК-1.5	Умение выбирать методы испытаний энергетических конденсированных систем, полимерных композиционных материалов и изделий на их основе	Умеет выбирать методы испытаний энергетических конденсированных систем, полимерных композиционных материалов и изделий на их основе	Экзамен
ПК-1.5	ИД-3ПК-1.5	Владение навыками испытаний энергетических конденсированных систем, полимерных композиционных материалов и изделий на их основе	Владеет навыками испытаний энергетических конденсированных систем, полимерных композиционных материалов и изделий на их основе	Экзамен

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		3	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	35	35	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	4	4	
- лабораторные работы (ЛР)			
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	27	27	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	73	73	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен	36	36	
Дифференцированный зачет			
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	144	144	

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	
3-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
Системы современного оружия и техники, использующие пороха и ТРТ.	1	0	5	25
Тема 1. Введение. Основные определения (баллистика, внутренняя баллистика). Ствольные системы (снаряд, ствол, заряд). Начальная скорость, плотность заряжания. Тема 2. Предмет и задачи внутренней баллистики (выстрел из орудия, основные задачи внутренней баллистики). Тема 3. Пороха. Виды порохов и требования к ним. Дымный порох. Бездымные пороха (пироксилиновые, баллиститные). Определение реактивного движения, реактивной силы. Конструктивные схемы и основные части РДТТ. Классификация РДТТ по назначению, параметрам, конструктивным особенностям, условиям эксплуатации Тема 4. Физико – химические свойства порохов (плотность, гравиметрическая плотность, теплота взрывчатого превращения, температура горения, удельный объем пороховых газов, баллистические и энергетические характеристики пороха (сила пороха, коволюм), размеры и форма пороховых зерен, скорость горения пороха).				
Внутренняя баллистика ствольных систем.	2	0	11	25
Тема 5. Пиростатика. Геометрический закон горения. Быстрота газообразования. Удельная интенсивность газообразования. Связь между геометрией и газообразованием для порохов дегрессивной формы горения. Порох прогрессивной формы. Тема 6. Физический закон горения. Анализ горения порохов с простой формой зерна. Особенности горения порохов с узкими каналами. Анализ горения флегматизированных порохов. Тема 7. Полный баллистический анализ порохов по опытам в манометрической бомбе. Определение силы пороха и коволюма пороховых газов. Опытная оценка прогрессивности горения пороха. Определение скорости горения пороха. Тема 8. Пиродинамика. Баланс энергии при выстреле. Основное уравнение внутренней баллистики. Тема 9. Основные энергетические характеристики выстрела. Уравнение баланса энергии при выстреле. Предельный запас энергии, предельная скорость снаряда, КПД выстрела, коэффициент полноты индикаторной диаграммы.				
Внутренняя баллистика РДТТ	1	0	11	23

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
<p>Тема 10. Ракетные двигатели на твердом топливе (РДТТ). Реактивная сила. Реактивные двигатели. Конструктивные схемы и основные части РДТТ. Уравнение Мещерского.</p> <p>Тема 11. Устройство РДТТ. Корпус камеры сгорания. Воспламенитель. Теплозащитное покрытие. Требования к ТЗП (пассивные и активные). Сопла. Бронирующие покрытия.</p> <p>Тема 12. Основные соотношения реактивного движения. Тяга камеры сгорания. Уравнение тяги. Удельный импульс тяги. Взаимосвязь параметров ракеты, двигателя и топлива.</p> <p>Тема 13. Процессы в камере сгорания РДТТ. Полная математическая модель процессов в камере сгорания РДТТ. Упрощенная модель внутрикамерных процессов. Уравнения Бори.</p> <p>Тема 14. Расчет параметров рабочих процессов. Решение основной задачи внутренней баллистики РДТТ для зарядов прогрессивного, дегрессивного и нейтрального горения. Эрозионное горение. Разброс баллистических параметров РДТТ.</p> <p>Тема 15. Устойчивость процессов в камере сгорания РДТТ. Виды неустойчивости. Способы подавления неустойчивости.</p> <p>Тема 16. Отсечка тяги. Гашение заряда сбросом давления. Гашение заряда вводом хладоагента.</p> <p>Тема 17. Огневые стендовые испытания РДТТ. Этапы стендовой отработки. Испытания РДТТ на служебную безопасность.</p>				
ИТОГО по 3-му семестру	4	0	27	73
ИТОГО по дисциплине	4	0	27	73

Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
4	Физико – химические свойства порохов (плотность, гравиметрическая плотность, теплота взрывчатого превращения, температура горения, удельный объем пороховых газов, баллистические и энергетические характеристики пороха (сила пороха, коволюм), размеры и форма пороховых зерен, скорость горения пороха).
5	Геометрический закон горения. Быстрота газообразования. Удельная интенсивность газообразования. Связь между геометрией и газообразованием для порохов дегрессивной формы горения. Порох прогрессивной формы.
6	Физический закон горения. Анализ горения порохов с простой формой зерна. Особенности горения порохов с узкими каналами. Анализ горения флегматизированных порохов

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
7	Полный баллистический анализ порохов по опытам в манометрической бомбе. Определение силы пороха и коволюма пороховых газов. Опытная оценка прогрессивности горения пороха. Определение скорости горения пороха.
8	Пиродинамика. Баланс энергии при выстреле. Основное уравнение внутренней баллистики.
9	Основные энергетические характеристики выстрела. Уравнение баланса энергии при выстреле. Предельный запас энергии, предельная скорость снаряда, КПД выстрела, коэффициент полноты индикаторной диаграммы.
12	Основные соотношения реактивного движения. Тяга камеры сгорания. Уравнение тяги. Удельный импульс тяги. Взаимосвязь параметров ракеты, двигателя и топлива.
13	Процессы в камере сгорания РДТТ. Полная математическая модель процессов в камере сгорания РДТТ. Упрощенная модель внутрикамерных процессов. Уравнения Бори.
14	. Расчет параметров рабочих процессов. Решение основной задачи внутренней баллистики РДТТ для зарядов прогрессивного, дегрессивного и нейтрального горения. Эрозионное горение. Разброс баллистических параметров РДТТ.
15	Устойчивость процессов в камере сгорания РДТТ. Виды неустойчивости. Способы подавления неустойчивости.
16	Отсечка тяги. Гашение заряда сбросом давления. Гашение заряда вводом хладоагента.
17	Огневые стендовые испытания РДТТ. Этапы стендовой отработки. Испытания РДТТ на служебную безопасность.

5. Организационно-педагогические условия

5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при которой 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 установления связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических 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 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, 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
1. Основная литература		
1	Васильева Г.А. Термодинамическое проектирование баллистических артиллерийских порохов и твердых ракетных топлив : учебное пособие / Г.А.Васильева, Д.Д.Талин. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2004.	54
2	Косточко А. В. Пороха, ракетные твёрдые топлива и их свойства : учебное пособие / А. В. Косточко, Б. М. Казбан. - Москва: ИНФРА-М, 2014.	20
3	Талин Д. Д. Внутренняя баллистика ствольных систем и ракетных двигателей твердого топлива : конспект лекций / Д. Д. Талин. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2003.	25
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
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
2	Фиошина М. А. Основы химии и технологии порохов и твёрдых ракетных топлив : учебное пособие для вузов / М. А. Фиошина, Д. Л. Русин. - Москва: Изд-во РХТУ, 2004.	23
2.2. Периодические издания		
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 - .	
2.3. Нормативно-технические издания		
	Не используется	
3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины		
	Не используется	
4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента		

1	Талин Д. Д. Внутренняя баллистика ствольных систем и ракетных двигателей твердого топлива : конспект лекций / Д. Д. Талин. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2003.	25
---	--	----

6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Д. Д. Талин. Физико-химические свойства взрывчатых веществ, порохов и твердых ракетных топлив. Учебное пособие. – Пермь: Изд-во ПГТУ, 2007. –273 с.	http://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks119906	сеть Интернет; свободный доступ
Дополнительная литература	М. А. Фиошина, Д. Л. Русин. Основы химии и технологии порохов и твердых ракетных топлив. Учебное пособие для вузов. – М: Изд-во РХТУ, 2004. – 261 с.	http://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks70374	сеть Интернет; авторизованный доступ
Основная литература	Д.Д. Талин Внутренняя баллистика ствольных систем и ракетных двигателей твердого топлива: Конспект лекций/ Пермь.гос.техн. ун-т. Пермь, 2003. 165с,	http://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks122668	сеть Интернет; свободный доступ
Основная литература	Талин Д.Д., Васильева В.А. Термодинамическое проектирование баллистических порохов и твердых ракетных топлив: учебное пособие / г.А. Васильева, Д.Д. Талин. - Пермь: изд-во ПГТУ 2004 г.	http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib2401	сеть Интернет; свободный доступ

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

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	Windows 10 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567

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	http://lib.pstu.ru/
Электронно-библиотечная система Лань	https://e.lanbook.com/
Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http://www.consultant.ru/

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лекция	Ноутбук ACERMS2205	1
Лекция	Проектор ACER X118H	1
Практическое занятие	Ноутбук ACERMS2205	1
Практическое занятие	Проектор ACER X118H	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»**
Аэрокосмический факультет

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине
«Внутренняя баллистика»
(приложение к рабочей программе дисциплины)

Направление 18.04.01 - «Химическая технология»

**Профиль программы
магистратуры**

«Химическая технология энергетических
конденсированных систем»

Квалификация выпускника:

магистр

Выпускающая кафедра

«Проектирование и производство
энергетических конденсированных систем и
изделий из них для ракетно-космической
техники и энергетических установок»

Форма обучения

очная

Курс: 2 Семестр: 3

Трудоёмкость:

- кредитов по рабочему учебному плану (РУП): 4 ЗЕ
- часов по рабочему учебному плану (РУП): 144 ч

Виды контроля:

экзамен- 3 семестр

Пермь 2020

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.

Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине, объекты оценивания и виды контроля

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (3-го семестра учебного плана) и разбито на 3 учебных модуля. В каждом модуле 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, усвоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, сдаче отчетов по лабораторным работам и зачета. 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	Промежуточный
	ТО	КР/ИЗ	экзамен
Усвоенные знания			
3.1 Знает классификацию, устройство, общие принципы действия пороховых метательных зарядов, средств воспламенения, артиллерийских выстрелов, реактивных двигателей на твердом топливе, а также методы определения и регулирования внутрибаллистических характеристик	ТО1	КР1	ТВ
3.2 Знает характеристики основных рецептур порохов и твердых ракетных топлив и методы их определения	ТО2	КР2 ИЗ	ТВ
Освоенные умения			
У.1 Умеет определять внутрибаллистические характеристики изделий из порохов и твердых ракетных топлив.		КР3	ПЗ
У.2 Умеет выбирать методы испытаний энергетических конденсированных систем, полимерных композиционных материалов и изделий на их основе		КР1	ПЗ

Приобретенные владения			
В.1 Владеет навыками испытаний энергетических конденсированных систем, полимерных композиционных материалов и изделий на их основе		КР2	ПЗ
В.2 Владеет опытом комплексной оценки физико-химических, энергетических и внутрибаллистических характеристик порохов и твердых ракетных топлив и изделий из них		КР3 ИЗ	ПЗ

ТО – коллоквиум (теоретический опрос); КР – контрольная работа; ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание экзамена, ИЗ – индивидуальное задание.

Итоговой оценкой является промежуточная аттестация в виде экзамена, проводимая с учетом 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 бланочного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ (индивидуальных домашних заданий), рефератов 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 проводится в форме собеседования или выборочного теоретического опроса студентов или контрольных работ по темам. 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, усвоенных умений и приобретенных владений (табл. 1.1) проводится в форме рубежных контрольных работ.

2.2.1. Рубежная контрольная работа

Согласно РПД запланировано 3 рубежные контрольные работы после освоения студентами учебных модулей дисциплины. Первая КР1 по модулю 1 «Системы современного оружия и техники, использующие пороха и ТРТ» вторая КР2 – по модулю 2 «Внутренняя баллистика ствольных систем», и третья КР3 – по модулю 3 «Внутренняя баллистика РДТТ».

Типовые задания первой КР:

1. Дать характеристику предварительного, первого, второго периодов выстрела, а также периода последствия пороховых газов на снаряд и ствол.
2. Физико – химические свойства порохов.
3. Баллистические и энергетические характеристики пороха (сила пороха, коволюм).

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

Типовые задания второй КР:

1. Геометрический закон горения и физический закон горения.
2. Анализ горения порохов с простой формой зерна. Особенности горения порохов с узкими каналами. Анализ горения флегматизированных порохов.
3. Полный баллистический анализ порохов по опытам в манометрической бомбе. Определение силы пороха и коволюма пороховых газов. Опытная оценка прогрессивности горения пороха. Определение скорости горения пороха.

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

Типовые задания третьей КР

1. Ракетные двигатели на твердом топливе (РДТТ). Реактивная сила. Реактивные двигатели. Конструктивные схемы и основные части РДТТ. Уравнение Мещерского.
2. Устройство РДТТ.
3. Расчет параметров рабочих процессов. Решение основной задачи внутренней баллистики РДТТ для зарядов прогрессивного, дегрессивного и нейтрального горения. Эрозионное горение. Разброс баллистических параметров РДТТ.

Типовые шкала и критерии оценки результатов рубежной контрольной

работы приведены в общей части ФОС программы

Результаты рубежных контрольных работ по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

Выполнение 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 в виде реферата по основным понятиям физико – химических, баллистических и энергетических характеристик порохов, по проведению полного баллистического анализа порохов по опытам в манометрической бомбе, определение силы пороха и коволюма пороховых газов, опытной оценке прогрессивности горения пороха, определению скорости горения пороха, устройству РДТТ, отсечке тяги, гашению заряда сбросом давления и др.

Сдача результатов практических заданий проводится индивидуально каждым студентом.

Результаты выполнения практических заданий оцениваются по 4-балльной шкале, оценка заносится в книжку преподавателя и учитывается в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

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 положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

Промежуточная аттестация, согласно РПД, проводится в виде экзамена по дисциплине устно по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний, практические задания (ПЗ) для проверки освоенных умений и для контроля уровня приобретенных владений всех заявленных компетенций.

Форма билета представлена в общей части ФОС программы.

2.3.1. Типовые вопросы и задания для экзамена по дисциплине

Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:

1. Энергетические и баллистические характеристики порохов и твердых ракетных топлив.
2. Определение характеристик порохов по опытам в манометрической бомбе.

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

1. Термодинамический расчет температуры и состава продуктов горения. Термодинамическое проектирование порохов.

2. Определение силы пороха и коволюма газов по опытам в манометрической бомбе.

3. Выбор характеристик ГРТ и геометрии заряда для РДТТ с заданными ВБХ.

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных дисциплинарных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания путем выборочного контроля во время экзамена.

Полный перечень теоретических вопросов и практических заданий в форме утвержденного комплекта экзаменационных билетов хранится на выпускающей кафедре.

2.3.2. Шкалы оценивания результатов обучения на экзамене

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

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче экзамена 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 экзамене считается, что полученная оценка за компонент проверяемой в билете компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.

Типовые критерии и шкалы оценивания уровня сформированности компонентов компетенций приведены в общей части ФОС образовательной программы.

3.2. Оценка уровня сформированности компетенций

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 экзамена используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.