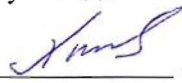


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

**«Пермский национальный исследовательский
политехнический университет»**

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель программы


Л.Л.Хименко
д.т.н., зав.кафедрой ТПМП

« 20 » « 05 » 2022 г.

**Рабочая программа дисциплины по программе аспирантуры
«Физико-химические свойства ВВ, порохов и ТРТ»**

Научная специальность	2.6.12 Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ
Направленность (профиль) программы аспирантуры	Химическая технология полимерных композиций, порохов и твердых ракетных топлив
Выпускающая(ие) кафедра(ы)	Технология полимерных материалов и порохов (ТПМП)
Форма обучения	Очная
Курс: 2	Семестр (ы): 3
Виды контроля с указанием семестра:	
Экзамен:	Зачет: 3 Диф.зачет

Пермь 2022

1. Общие положения

Рабочая программа дисциплины «Физико-химические свойства ВВ, порохов и ТРТ» разработана на основании следующих нормативных документов:

- Приказ Минобрнауки России от 20.10.2021 N 951 "Об утверждении федеральных государственных требований к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов)";
- Постановление Правительства РФ от 30.11.2021 N 2122 "Об утверждении Положения о подготовке научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре)";
- Самостоятельно устанавливаемые требования к реализуемым программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре Пермского национального исследовательского политехнического университета;
- Базовый план по программе аспирантуры;
- Паспорт научной специальности.

1.1 Цель учебной дисциплины – формирование комплекса знаний, умений и навыков в области физико-химических свойств энергонасыщенных материалов и изделий.

1.2 Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Физико-химические свойства ВВ, порохов и ТРТ» является дисциплиной по выбору образовательного компонента плана аспиранта.

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

В результате изучения дисциплины аспирант должен демонстрировать следующие результаты:

Знать:

- физико-химические, физико-механические, баллистические и энергетические свойства порохов, твердых ракетных топлив и изделий из них;
- методы измерения физико-химических, физико-механических, баллистических и энергетических свойств порохов, твердых ракетных топлив и изделий на их основе.

Уметь:

- проводить измерения физико-химических, физико-механических, баллистических и энергетических свойств порохов, твердых ракетных топлив и изделий на их основе;

Владеть:

- навыками оценки соответствия полученных результатов измерений требованиям технического задания.

3. Структура учебной дисциплины по видам и формам учебной работы

Таблица 1

Объем и виды учебной работы

№ п.п.	Вид учебной работы	Трудоемкость, ч
		3 семестр
1	Аудиторная работа	39
	В том числе:	
	Лекции (Л)	-
	Практические занятия (ПЗ)	32

	Контроль самостоятельной работы (КСР)	7
2	Самостоятельная работа (СР)	69
	Форма итогового контроля:	зачет

4. Содержание учебной дисциплины

4.1. Содержание разделов и тем учебной дисциплины

Раздел 1. Баллистические и энергетические свойства порохов и ТРТ

(Л – 0 ч, ПЗ – 12 ч, СРС – 25 ч.)

Тема 1. Баллистические свойства порохов и ТРТ. Скорость горения и закон скорости горения.

Тема 2. Энергетические свойства порохов и ТРТ. Энергетические характеристики пороха, удельный импульс ТРТ, тротиловый эквивалент.

Раздел 2. Чувствительность порохов, ТРТ и ВВ к различным внешним импульсам.

(Л – 0 ч, ПЗ – 14 ч, СРС – 30 ч.)

Тема 3. Чувствительность порохов, ТРТ и ВВ к различным видам теплового импульса: нагреву без пламени и огневому импульсу. Определение критических параметров теплового взрыва.

Тема 4. Чувствительность порохов, ТРТ и ВВ к механическим воздействиям: удару и трению.

Тема 5. Чувствительность к электрической искре. Воздействие на пороха, ТРТ и ВВ статического электричества.

Тема 6. Чувствительность порохов, ТРТ и ВВ к детонационному импульсу. Детонация через влияние.

Раздел 3. Физико-механические свойства ТРТ

(Л – 0 ч, ПЗ – 6 ч, СРС – 14 ч.)

Тема 7. Напряженно-деформированное состояние заряда и требования к физико-механическим свойствам твердых ракетных топлив. Определение физико-механических свойств твердых ракетных топлив.

4.2. Перечень тем практических занятий

Таблица 2

Темы практических занятий (из пункта 4.1)

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы практического занятия	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства
1	1	Определение скорости горения и закона скорости горения	Творческое задание.	Тема творческого задания
2	2	Определение энергетических характеристик порохов	Творческое задание.	Тема творческого задания
3	2	Определение удельного импульса ТРТ	Творческое задание.	Тема творческого задания
4	2	Определение тротилового эквивалента	Творческое задание.	Тема творческого задания
5	3	Чувствительность порохов, ТРТ и ВВ к различным видам теплового импульса: нагреву без пламени и огневому импульсу.	Собеседование.	Вопросы по темам / разделам дисциплины
6	4	Определение чувствительности порохов, ТРТ и ВВ к	Собеседование.	Вопросы по темам / разделам

		механическим воздействиям: удару и трению.		дисциплины
7	5	Определение чувствительности к электрической искре. Оценка воздействия на пороха, ТРТ и ВВ статического электричества.	Собеседование.	Вопросы по темам / разделам дисциплины.
8	7	Определение физико-механических свойств твердых ракетных топлив.	Собеседование.	Вопросы по темам / разделам дисциплины.

4.3. Перечень тем для самостоятельной работы аспирантов

Самостоятельная работа аспирантов заключается в теоретическом изучении конкретных вопросов и выполнении творческих заданий.

Таблица 3

Темы самостоятельных заданий				
№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы самостоятельной работы	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства
1	1	Баллистические свойства порохов и ТРТ. Скорость горения и закон скорости горения.	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
2	2	Энергетические свойства порохов и ТРТ. Энергетические характеристики пороха, удельный импульс ТРТ, тротиловый эквивалент.	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
3	3	Определение критических параметров теплового взрыва	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
4	4	Чувствительность порохов, ТРТ и ВВ к механическим воздействиям: удару и трению.	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
5	5	Чувствительность к электрической искре. Воздействие на пороха, ТРТ и ВВ статического электричества.	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
6	6	Чувствительность порохов, ТРТ и ВВ к детонационному импульсу. Детонация через влияние	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
7	7	Напряженно-деформированное состояние заряда и требования к физико-механическим свойствам твердых ракетных топлив. Определение физико-механических свойств твердых ракетных топлив.	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины

5. Методические указания для аспирантов по изучению дисциплины

При изучении дисциплины «Физико-химические свойства ВВ, порохов и ТРТ» аспирантам 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. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается 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, библиотечно-справочного и информационного, информационно-справочного обеспечения для работы аспиранта по дисциплине

6.1. Библиотечные фонды и библиотечно-справочные системы

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке+кафедре; местонахождение электронных изданий
1	2	3
1 Основная литература		
1	А. В. Косточко, Б. М. Казбан. Пороха, ракетные твёрдые топлива и их свойства. Учебное пособие. – М: ИНФРА-М, 2014. – 399 с.	20
2	Д. Д. Талин. Физико-химические свойства взрывчатых веществ, порохов и твердых ракетных топлив. Учебное пособие. – Пермь: Изд-во ПГТУ, 2007. –273 с.	49+40, Электронная библиотека ПНИПУ
2 Дополнительная литература		
2.1 Учебные и научные издания		
1	Талин Д. Д. Химическая физика энергонасыщенных материалов : учебное пособие. Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2018. –157 с.	5+45
2	Рогов Н.Г., Груздев Ю.А. . Физико-химические свойства порохов и твердых ракетных топлив. Учебное пособие. – СПб.; СПбГТИ(ТУ), 2005. – 200с.	37
2.2 Периодические издания		
1	Журнал «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. Периодичность – выходит 6 раз в год .	Выходит 1995-1996 гг., 2001-по наст.время гг.
2.3 Нормативно-технические издания		
2.4 Официальные издания		
1		

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

6.2.1. Информационные и информационно-справочные системы

1. *Справочная Правовая Система КонсультантПлюс [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных правовой информ. : док., коммент., кн., ст., обзоры и др.]. – Версия 4015.00.02, сетевая, 50 станций. – Москва, 1992–2016. – Режим доступа: Компьютер. сеть Науч. б-ки Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.*

2. *Информационная система Техэксперт: Интранет [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных правовой информ. : законодат. и норматив. док., коммент., журн. и др.] / Кодекс. – Версия 6.3.2.22, сетевая, 50 рабочих мест. – Санкт-Петербург, 2009-2013. – Режим доступа: Компьютер. сеть Науч. б-ки Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.*

6.2.2. Профессиональные базы данных

1. *Электронная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных электрон. док., издан. в Изд-ве ПНИПУ] / Перм. нац. исслед. политехн. ун-т, Науч. б-ка. – Пермь, 2016. – Режим доступа: <http://elib.pstu.ru>, свободный. – Загл. с экрана.*

2. *Электронно-библиотечная система Издательство «Лань» [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : электрон. версии кн., журн. по гуманитар., обществ., естеств. и техн. наукам] / Электрон.-библ. система «Изд-ва «Лань». – Санкт-Петербург, 2010-2016. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.*

3. *ProQuest Dissertations & Theses Global [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : дис. и дипломные работы на ин. яз. по всем отраслям знания] / ProQuest LLC. – Ann Arbor, 2016. – Режим доступа: <http://search.proquest.com/pqdtglobal/dissertations>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.*

4. *Электронная библиотека диссертаций РГБ [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : электрон. версии дис. и автореф. дис. по всем отраслям знания] / Электрон. б-ка дис. – Москва, 2003-2016. – Режим доступа: <http://diss.rsl.ru>, компьютер. сеть Науч. б-ки Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.*

7. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

7.1. Основное учебное оборудование. Рабочее место аспиранта.

Таблица 4

№ п.п.	Наименование и марка оборудования (стенда, макета, плаката, лабораторное оборудование)	Кол-во ед.	Форма приобретения / владения (собственность, оперативное управление, аренда и т.п.)	Номер аудитории
1	2	3	4	5
1	Компьютер в комплекте	15	Оперативное управление	28, Закамский корпус АКФ

8. Фонд оценочных средств

Освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра. Формой контроля освоения результатов обучения по дисциплине является зачет, проводимый с учетом результатов текущего контроля.

8.1. Описание показателей и критериев оценивания, описание шкал оценивания.

Контроль качества освоения дисциплины включает в себя текущий контроль успеваемости и промежуточную аттестацию аспирантов.

Текущий контроль

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценку освоения дисциплин и проводится в форме собеседования и защиты отчета о творческом задании.

• Собеседование

Для оценки **знаний** аспирантов проводится собеседование в виде специальной беседы преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной для выяснения объема знаний по определенному разделу, теме, проблеме.

Собеседование может выполняться в индивидуальном порядке или группой аспирантов.

Критерии и показатели оценивания собеседования отображены в шкале, приведенной в табл. 5.

Таблица 5

Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоения учебного материала
<i>Зачтено</i>	Аспирант достаточно свободно использует фактический материал по заданному вопросу, умеет определять причинно-следственные связи событий, логично и грамотно, с использованием профессиональной терминологии обосновывает свою точку зрения.
<i>Незачтено</i>	Аспирант демонстрирует полное незнание материала или наличие бессистемных, отрывочных знаний, связанных с поставленным перед ним вопросом, при этом не ориентируется в профессиональной терминологии.

• Защита отчета о творческом задании

Для оценки **умений и владений** аспирантов используется творческое задание, имеющее нестандартное решение и позволяющее интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения.

Творческие задания могут выполняться в индивидуальном порядке или группой аспирантов.

Критерии оценивания защиты отчета творческого задания отображены в шкале, приведенной в табл. 5.

Таблица 5

Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоения учебного материала
<i>Зачтено</i>	Аспирант выполнил творческое задание успешно, показав в целом систематическое или сопровождающееся отдельными ошибками применение полученных знаний и умений, аспирант ориентируется в предложенном решении, может его модифицировать при изменении условия задачи. Аспирант может объяснить полностью или частично

	полученные результаты. □
<i>Незачтено</i>	Аспирант допустил много ошибок или не выполнил творческое задание. □

Промежуточная аттестация

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего контроля. Промежуточная аттестация проводится в виде зачета по дисциплине.

- **Шкалы оценивания результатов обучения при сдаче зачета:**

Оценка результатов обучения по дисциплине проводится по шкале оценивания в виде интегральной оценки «зачтено», «незачтено» с учетом результатов текущего контроля.

Шкалы и критерии оценки результатов обучения при сдаче зачета приведены в табл.

6.

Таблица 6

Шкала оценивания уровня знаний, умений и владений на зачете

Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоения учебного материала
<i>Зачтено</i>	Аспирант полностью или частично ответил на вопросы при собеседовании. Аспирант выполнил творческое задание.
<i>Незачтено</i>	Аспирант продемонстрировал полное незнание материала или наличие бессистемных, отрывочных знаний на собеседовании. Аспирант допустил много ошибок или не выполнил творческое задание.

9. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине

Задания для текущего контроля и проведения промежуточной аттестации должны быть направлены на оценивание:

1. уровня освоения теоретических понятий, научных основ профессиональной деятельности;
2. степени готовности аспиранта применять теоретические знания и профессионально значимую информацию и оценивание сформированности когнитивных умений.
3. приобретенных умений, профессионально значимых для профессиональной деятельности.

10. Типовые контрольные вопросы и задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов освоения дисциплины

Перечень контрольных вопросов и заданий для сдачи зачета разработан с учетом научных достижений научно-исследовательской школы кафедры.

Типовые творческие задания:

1. Определение теплоты образования ВВ из простых веществ по теплоте сгорания.
2. Уравнения реакции разложения ВВ. Характеристика соотношения между горючим и кислородом в ВВ.
3. Определение срока служебной пригодности зарядов расчетно-экспериментальными методами.
4. Расчет скорости горения
5. Расчет энергетических характеристик состава
6. Расчет удельного импульса состава
7. Определение тротилового эквивалента состава ЭМ

Типовые контрольные задания:

1. Понятие взрывного превращения. Причины, следствие и характерные признаки взрывного превращения.
2. Гомогенные метательные ВВ.
3. Определение чувствительности к электрической искре.
4. Определение чувствительности порохов и ТРТ к удару.
5. Определение чувствительности порохов и ТРТ к нагреву без пламени.
6. Определение удельного импульса ТРТ.

Полный комплект вопросов и заданий в форме утвержденных билетов хранится на кафедре «ТПМП».