

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 ТПИМП

«20» «05» 2022г.

**Рабочая программа дисциплины по программе аспирантуры
«Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ»**

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 (ТПИМП)
Форма обучения	Очная
Курс: 3	Семестр (ы): 5
Виды контроля с указанием семестра: Экзамен: 5 Зачет:	Диф.зачет

Пермь 2022

1. Общие положения

Рабочая программа дисциплины «Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ» 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 химической технологии высокоэнергетических веществ (порохов и твердых ракетных топлив).

1.2 Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ» является обязательной дисциплиной образовательного компонента плана аспиранта.

Дисциплина используется при подготовке к сдаче кандидатского экзамена по специальности 2.6.12. - Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ.

Кандидатский экзамен представляют собой форму оценки степени подготовленности соискателя ученой степени кандидата наук к проведению научных исследований по конкретной научной специальности и отрасли науки, по которой подготавливается или подготовлена диссертация.

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

В результате изучения дисциплины аспирант должен демонстрировать следующие результаты:

Знать:

- современное представление о современных и перспективных компонентах пироксилиновых, сферических, баллиститных порохов, баллиститных твердых ракетных топлив и смесевых твердых ракетных топлив, а также изделий на их основе;
- принципы построения и аппаратурное оформление производств пироксилиновых, сферических, баллиститных порохов, баллиститных твердых ракетных топлив и смесевых твердых ракетных топлив, а также изделий на их основе;

Уметь:

- проводить оценку использования перспективных компонентов высокоэнергетических составов.
- квалифицированно оценивать эффективность разрабатываемых и существующих технологических процессов;

Владеть:

- навыками оценки использования перспективных компонентов высокоэнергетических составов;
- навыками разработки технологических процессов производства пироксилиновых, сферических, баллиститных порохов, баллиститных твёрдых ракетных топлив и смесевых твёрдых ракетных топлив, а также изделий на их основе;

3. Структура учебной дисциплины по видам и формам учебной работы

Таблица 1

Объем и виды учебной работы

№ п.п.	Вид учебной работы	Трудоемкость, ч
		5 семестр
1	Аудиторная работа	20
	В том числе:	
	Лекции (Л)	5
	Практические занятия (ПЗ)	6
2	Контроль самостоятельной работы (КСР)	36
	Самостоятельная работа (СР)	88
	Форма итогового контроля:	Экзамен

4. Содержание учебной дисциплины

4.1. Содержание разделов и тем учебной дисциплины

Раздел 1. Химическая технология получения порохов и изделий на их основе (Л – 3, ПЗ – 3, СР – 44)

Тема 1. Химическая технология получения пироксилиновых порохов и изделий на их основе.

Химия исходных компонентов и их назначение. Физико-химические основы получения пироксилиновых порохов. Принципы регулирования энергетических, реологических характеристик. Схемы технологического процесса производства пироксилиновых порохов.

Тема 2. Химическая технология получения сферических порохов и изделий на их основе.

Химия исходных компонентов и их назначение. Физико-химические основы получения сферических порохов. Схемы технологического процесса производства сферических порохов.

Тема 3. Химическая технология получения баллиститных порохов и изделий на их основе.

Химия исходных компонентов и их назначение. Физико-химические основы получения баллиститных порохов. Принципы регулирования энергетических, реологических характеристик. Схемы технологического процесса производства баллиститных порохов. Современные тенденции в развитии технологии производства баллиститных порохов.

Раздел 2. Химическая технология получения твёрдых топлив (Л – 2, ПЗ – 3, СР – 44)

Тема 4. Химическая технология получения баллиститных твёрдых ракетных топлив и изделий на их основе.

Химия исходных компонентов и их назначение. Принципы регулирования энергетических, реологических характеристик. Основные технологические схемы и аппараты непрерывного промышленного изготовления зарядов ракетных систем различного назначения. Пути совершенствования технологии производства зарядов из баллиститного твёрдого ракетного топлива.

Тема 5. Химическая технология получения смесевых твёрдых ракетных топлив и изделий на их основе

Химия исходных компонентов и их назначение. Принципы регулирования энергетических, реологических, физико-механических характеристик. Основные технологические схемы и аппараты непрерывного промышленного изготовления зарядов ракетных систем различного назначения. Пути совершенствования химии и технологии производства зарядов из смесевого твёрдого ракетного топлива.

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	3, 4	Принципы регулирования энергетических, реологических характеристик.	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
2	5	Принципы регулирования энергетических, реологических, физико-механических характеристик.	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.

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	Схемы технологического процесса производства пироксилиновых порохов	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
2	2	Схемы технологического процесса производства сферических порохов.	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
3	3	Схемы технологического процесса производства баллиститных порохов	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
4	4	Схемы технологического	Собеседование	Вопросы по

		процесса производства баллистных твердых топлив		темам / разделам дисциплины
5	5	Пути улучшения реологических характеристик топливных масс	Творческое задание	Темы творческих заданий

5. Методические указания для аспирантов по изучению дисциплины

При изучении дисциплины «Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ» 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	Косточко А.В. Пороха, ракетные твердые топлива и их свойства: учебное пособие / А.В.Косточко, Б.М. Казбан – М.: ИНФРА-М, 2014 – 399с.	20
2	Фиошина М.А., Русин Д.Л. Основы химии и технологии порохов и твердых ракетных топлив: Учеб. пособие / РХТУ им. Д.И. Менделеева. - М.: Изд-во РХТУ, - 2004. - 261 с.	18, Электронная библиотека ПНИПУ
7	Жегров Е.Ф. Химия и технология баллистических порохов, твердых ракетных и специальных топлив: монография в 2т./ Е.Ф. Жегров, Ю.М. Милёхин, Е.В. Берковская. – М.: Изд-во МГУП им. И.Федорова, 2011. – т.1– 399 с.	19
8	Жегров Е.Ф. Химия и технология баллистических порохов, твердых ракетных и специальных топлив: монография в 2т./ Е.Ф. Жегров, Ю.М. Милёхин, Е.В. Берковская. – М.: Изд-во МГУП им. И.Федорова, 2011. – т.2– 551 с.	20
2 Дополнительная литература		
2.1 Учебные и научные издания		
1	В.В. Мошев, Е.Г. Романова. Основы проектирования СРТТ. М.: ЦНИИ НТИ ТЭИ, 1987 – 85 с.	50 Спецбиблиотека ПНИПУ
3	В.Н. Аликин, А.В. Вахрушев, В.Б. Голубчиков, А.С. Ермилов, А.М. Липанов, С.Ю. Серебренников. Твердые топлива реактивных двигателей – М., Машиностроение, 2011 – 380с.	16

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке+кафедре; местонахождение электронных изданий
1	2	3
4	В.В. Мошев, Е.Г. Романова, Р.В. Гафиятуллин. Основы технологии производства СТТ. М.: ЦНИИ НТИ ТЭИ, 1981 – 268 с.	50 Спецбиблиотека ПНИПУ
5	Зиновьев В.М. Современные и перспективные высокоэнергетические компоненты смесевых и баллистических твердых ракетных топлив / Зиновьев В.М., Куценко Г.В., Ермилов А.С. – Пермь: Изд-во ПГТУ, 2010. – 162с.	2+13, Электронная библиотека ПНИПУ
6	Зиновьев В.М. Высокоэнергетические пластификаторы смесевых и баллистических твердых ракетных топлив. Физико-, термохимические характеристики, получение, применение / Зиновьев В.М., Куценко Г.В., Ермилов А.С., Болдавнин И.И. – Пермь: Изд-во ПГТУ, 2010. – 152с.	5+7, Электронная библиотека ПНИПУ
7	Зиновьев В.М. Высокоэнергетические наполнители твердых ракетных топлив и других высокоэнергетических систем. Физико-, термохимические характеристики, получение, применение. / Зиновьев В.М., Куценко Г.В., Ермилов А.С., Болдавнин И.И. – Пермь: Изд-во ПГТУ, 2011. – 152с.	5+4, Электронная библиотека ПНИПУ
8	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
9	Пироксилиновые пороха : учебное пособие / Михайлов, Ю. М., Косточко, А. В., Шипина, О. Т., Сафронов, П. О., Казбан, Б. М. Пироксилиновые пороха. Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2016. – 416 с.	Электронная библиотека ПНИПУ
2.2 Периодические издания		
1	Журнал «Боеприпасы»	Спецбиблиотека ПНИПУ
2	Журнал «Боеприпасы и спецхимия»	Спецбиблиотека ПНИПУ
3	Журнал «Химия и технология энергонасыщенных материалов»	Спецбиблиотека ПНИПУ
4	Вестник ПНИПУ. Аэрокосмическая техника	Выпуски с 2007-2016гг.
2.3 Нормативно-технические издания		
2.4 Официальные издания		

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 кандидатский экзамен, 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.

- **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.

Промежуточная аттестация

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего контроля. Промежуточная аттестация проводится в виде экзамена по дисциплине, в устно-письменной форме по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) и практическое задание (ПЗ).

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания. Пример билета представлен в приложении 1.

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

Оценка результатов обучения по дисциплине проводится по 5-балльной системе оценивания путем выборочного контроля во время экзамена.

Шкалы и критерии оценки результатов обучения при сдаче экзамена приведены в табл. 5.

Таблица 5

Шкала оценивания результатов освоения на экзамене

Оценка	Критерии оценивания
5	Аспирант продемонстрировал сформированные и систематические знания при ответе на теоретический вопрос билета. Показал отличные знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все или большинство дополнительных вопросов. Аспирант правильно выполнил контрольное задание билета. Показал успешное и систематическое применение полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все или большинство дополнительных вопросов.
4	Аспирант продемонстрировал сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания при ответе на теоретический вопрос билета. Показал недостаточно уверенные знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов.

Оценка	Критерии оценивания
	Аспирант выполнил контрольное задание билета с небольшими неточностями. Показал в целом успешное, но сопровождающееся отдельными ошибками применение навыков полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов.
3	Аспирант продемонстрировал неполные знания при ответе на теоретический вопрос билета с существенными неточностями. Показал неуверенные знания в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей. Аспирант выполнил контрольное задание билета с существенными неточностями. Показал в целом успешное, но не систематическое применение полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.
2	При ответе на теоретический вопрос билета аспирант продемонстрировал фрагментарные знания при ответе на теоретический вопрос билета. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов. При выполнении контрольного задания билета аспирант продемонстрировал частично освоенное умение и применение полученных навыков при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неточностей.

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 кандидатского экзамена по научной специальности 2.6.12. «Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ» разработан с учетом научных достижений научно-исследовательской школы кафедры.

Типовые творческие задания:

1. Механизм реакций синтеза гексогена и октогена.
2. Принципы выбора высокоэнергетических наполнителей. Примеры наполнителей.
3. Преимущества соединений, содержащих $-N-NO_2$, и $-N_3$ –группировки с точки зрения вклада в энергетику ТРТ и порохов.
4. Описать физико-химические основы производства баллиститных твёрдых ракетных топлив.
5. Преимущества и недостатки активных полимерных горючих-связующих перед связующими без активных группировок.

6. Способы регулирования реологических свойств пороховых масс и твёрдых ракетных топлив как наполненных полимеров.
7. Методы обеспечения требуемых механических характеристик зарядов ракетных двигателей на твёрдом топливе.

Типовые контрольные задания:

1. Технологические принципы и аппаратное оформление производства зарядов твёрдых ракетных топлив.
2. Анализ принципов обеспечения технологической безопасности производства твёрдых ракетных топлив из высокоэнергетических составов.
3. Понятия коэффициента технологичности и сил внутреннего и внешнего трения в пироксилиновых и баллиститных порохах. Пути регулирования коэффициента технологичности.
4. Построение реологических кривых течения пороховых масс и суспензий смесевых твёрдых ракетных топлив как наполненных полимеров. Определение коэффициента динамической вязкости и соответствующих физико-химических констант.
5. Физико-химические основы производства смесевых твёрдых ракетных топлив.
6. Рецептурные принципы обеспечения требуемых энергетических характеристик порохов и твёрдых ракетных топлив.
7. Энергетические, физико-химические характеристики CL-20. Способы получения

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

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФГАОУ ВО «Пермский национальный
исследовательский политехнический
университет» (ПНИПУ)

Программа
Химическая технология полимерных
композиций, порохов и твердых ракетных
топлив

Кафедра
Технология полимерных материалов и порохов

Дисциплина

«Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ»

БИЛЕТ № 1

1. Механизм реакций синтеза гексогена и октогена.
2. Технологические принципы и аппаратное оформление производства зарядов твердых ракетных топлив.

Заведующий кафедрой _____
(подпись)

Фамилия И.О.

« ____ » _____ 202 ____ г.

Лист регистрации изменений

№ п.п.	Содержание изменения	Дата, номер протокола заседания кафедры. Подпись заведующего кафедрой
1	2	3
1		
2		
3		
4		