


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
«Современные и перспективные компоненты 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: 3	Семестр (ы): 5
Виды контроля с указанием семестра:	
Экзамен:	Зачет: 5
	Диф.зачет

Пермь 2022

1. Общие положения

Рабочая программа дисциплины «Современные и перспективные компоненты 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 химии и физико-химии современных и перспективных компонентов порохов и твердых ракетных топлив..

1.2 Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Современные и перспективные компоненты порохов и ТРТ» 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:

- методы проведения синтеза компонентов порохов и ТРТ;
- влияние свойств компонентов на характеристики порохов и ТРТ.

Уметь:

- самостоятельно принимать решения при проведении синтеза компонентов ТРТ и порохов;
- определять характеристики порохов и ТРТ при введении новых компонентов.

Владеть:

- владеть навыками проведения химического синтеза компонентов ТРТ и порохов;
- владеть навыками расчета характеристик новых составов порохов и ТРТ.

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	17

	В том числе:	
	Лекции (Л)	5
	Практические занятия (ПЗ)	6
	Контроль самостоятельной работы (КСР)	6
2	Самостоятельная работа (СР)	55
	Форма итогового контроля:	зачет

4. Содержание учебной дисциплины

4.1. Содержание разделов и тем учебной дисциплины

Раздел 1. Высокоэнергетические полимерные горючесвязующие. Методы получения, применение.

(Л – 1ч, ПЗ – 1ч, СР – 11ч)

Тема 1. Полимеры и сополимеры глицидилазида и азидооксетанов.

Ключевые слова: глицидилазид, полиглицидилазид, азидооксетаны, полиазидооксетаны.

Тема 2. Активные связующие с нитратными группами.

Ключевые слова: глицидилнитрат, полиглицидилнитрат, нитроксиметилметилоксетан, полинитроксиметилоксетан.

Раздел 2. Современные и перспективные высокоэнергетические окислители и наполнители порохов и ТРТ. Синтез и применение.

(Л – 1ч, ПЗ – 1ч, СР – 11ч)

Тема 3. Энергетические материалы с $-NO_2$ и $-N-NO_2$ группами. Современные и перспективные линейные, циклические и каркасные структуры.

Ключевые слова: FOX – 7, октоген, CL - 20, ADN, ONC.

Тема 4. Энергетические C-,N-,O-содержащие гетероциклы.

Ключевые слова: нитротриазолы, DAF, NTO, азановые каркасные молекулы, совершенные полиазотные структуры.

Раздел 3. Высокоэнергетические пластификаторы.

(Л – 1ч, ПЗ – 1ч, СР – 11ч)

Тема 5. Нитрокси -, азидоалканы, алкилнитрамины, нитро-, фторнитро-, N-фторамины.

Ключевые слова: нитроглицерин, BTTN, DINA, GAP - пластификаторы, нитро-, фторнитросоединения, N -фторамины.

Раздел 4. Синтез и перспективы применения высокоэнергетических полимерных горючесвязующих.

(Л – 1ч, ПЗ – 1ч, СР – 11ч)

Тема 6. Полимерные горючесвязующие с азидными группами.

Ключевые слова: полиглицидилазиды, полиазидооксетаны.

Тема 7. Полимерные горючесвязующие с нитратными группами.

Ключевые слова: полиглицидилнитраты, полинитроксикалоксетаны.

Раздел 5. Высокоэнергетические окислители и пластификаторы порохов и ТРТ.

Синтез, перспективы применения.

(Л – 1ч, ПЗ – 2 ч, СР – 11ч)

Тема 8. Высокоэнергетические перспективные окислители.

Ключевые слова: FOX – 7, октоген, CL - 20, каркасные полиазотистые соединения.

Тема 9. Перспективные пластификаторы.

Ключевые слова: BTTN, DINA, N-фторамины.

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	Тема 6	Полимерные горючие связующие с азидными группами	Собеседование.	Вопросы по теме дисциплины.
2	Тема 7	Полимерные горючие связующие с нитратными группами	Творческое задание	Расчет кислородного баланса сополимера глицидилнитрата с диэтиленгликолем
3	Тема 8	Высокоэнергетические перспективные окислители	Собеседование	Вопросы по теме дисциплины
4	Тема 9	Перспективные пластификаторы	Творческое задание	Расчет энтальпии образования GAP-пластификатора с ММ 600

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	Получение полимеров глицидилазида	Собеседование	Вопросы по теме
2	2	Назначение оксетановых полимеров с нитратными группами	Творческое задание	Расчет количества сырья для синтеза 100 кг полинитрокси метилокситана при выходе последнего 92%
3	3	Октонитрокубан: синтез, перспективы применения.	Творческое задание	Перспективы применения октанитрокубана по отношению к октогену
4	4	Перспективы применения азановых каркасных соединений как высокоэнергетических наполнителей ГРТ	Собеседование	Вопросы по теме

5	5	1,2,4-Бутантриолтринитрат: назначение, свойства, способы синтеза.	Творческое задание	Расчет технологического процесса синтеза 1,2,4-бутантриола для получения 100кг ВТТН
6	6	Назначение и синтез полинитроксиметилметилоксетана.	Собеседование	Вопросы по теме
7	7	Преимущества активных полимерных горючесвязующих перед связующими без активных группировок.	Собеседование	Вопросы по теме
8	8	Энергетические, физико-химические характеристики CL-20. Способы получения.	Творческое задание	Сравнение технологических схем получения CL-20. Выбор наиболее перспективной схемы
9	9	N-Фторнитраминами. Назначение, перспективы применения.	Собеседование	Вопросы по теме

5. Методические указания для аспирантов по изучению дисциплины

При изучении дисциплины «Современные и перспективные компоненты 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	Косточко А.В. Пороха, ракетные твердые топлива и их свойства: учебное пособие / А.В.Косточко, Б.М. Казбан – М.: ИНФРА-М, 2014 – 399с.	20

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке+кафедре; местонахождение электронных изданий
1	2	3
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. Милехин, 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. Милехин, 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
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., Болдавин 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., Болдавин 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	Электронная библиотека ПНИПУ

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке+кафедре; местонахождение электронных изданий
1	2	3
	университет, 2016. – 416 с.	
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 гуманит., 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	ПК Intel Pentium CPU 2000МГц	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
Зачтено	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. Объяснить механизм реакций синтеза гексогена и октогена.
2. Объяснить принципы выбора высокоэнергетических наполнителей.
3. Объяснить преимущества соединений, содержащих $-N-NO_2$, и $-N_3$ – группировки с точки зрения вклада в энергетику ТРТ и порохов.

Типовые контрольные задания:

1. Октонитрокубан: синтез, перспективы применения.
2. 1,2,4-Бутантриолтринитрат: назначение, свойства, способы синтеза.
3. Энергетические, физико-химические характеристики CL-20. Способы получения
4. Получение полиглицидалазида. Компоненты для получения. Характеристики топлив на основе полиглицидилазида.
5. Оценить уровень энергетических характеристик при замене 50 % перхлората аммония на октоген в составе смесового твердого ракетного топлива.
6. Преимущества активных полимерных горючих-связующих перед связующими без активных группировок.

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