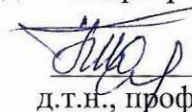


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

**«Пермский национальный исследовательский
политехнический университет»**

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель программы аспирантуры

 Г.И. Шайдурова
д.т.н., профессор кафедры МКМК

« 16 » « мая » 2022 г.

Рабочая программа дисциплины по программе аспирантуры

**«Физико-химия полимеров (полимерные матрицы, синтетические
наполнители, катализаторы и отверждающие агенты)»**

Научная специальность	2.6.17 Материаловедение и технологии композиционных материалов
Направленность (профиль) программы аспирантуры	Материаловедение и технологии композиционных материалов
Выпускающая(ие) кафедра(ы)	Механика композиционных материалов и конструкций (МКМК) Вычислительная математика, механика и биомеханика (ВМиМ) Экспериментальная механика и конструкционное материаловедение (ЭМКМ)
Форма обучения	Очная
Курс: 2	Семестр (ы): 3
Виды контроля с указанием семестра:	
Экзамен:	Зачет: 3 Диф.зачет

1. Общие положения

Рабочая программа дисциплины «Физико-химия полимеров (полимерные матрицы, синтетические наполнители, катализаторы и отверждающие агенты)» 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-химии полимеров.

В процессе изучения данной дисциплины аспирант формирует следующие **компетенции:**

- способностью и готовностью разрабатывать и выпускать технологическую документацию на перспективные материалы, новые изделия и средства технического контроля качества выпускаемой продукции;
- способностью и готовностью оценивать инвестиционные риски при реализации инновационных материаловедческих и конструкторско-технологических проектов и внедрении перспективных материалов и технологий;
- способность к использованию математических методов для статистического анализа взаимосвязи входных и выходных параметров деталей (изделий);
- способность разрабатывать технологические режимы обработки композиционных материалов, обеспечивающих необходимые качества изделий.

1.2 Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Физико-химия полимеров (полимерные матрицы, синтетические наполнители, катализаторы и отверждающие агенты)» является дисциплиной по выбору вариативной части цикла базового учебного плана.

Дисциплина используется при подготовке к сдаче кандидатского экзамена по специальности 2.6.17 Материаловедение и технологии композиционных материалов и выполнении научно-квалификационной работы (диссертации).

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 свойства полимеров;
- комплекс стандартов и руководящих нормативных документов, устанавливающих взаимосвязанные правила и положения по порядку разработки, комплектации,

оформлению и обращению технологической документации на перспективные материалы, новые изделия и средства технического контроля;

- основные методы оценки эффективности инвестиционных проектов;
- основные математические методы статистического анализа взаимосвязи входных и выходных данных;
- технологию обработки композиционных материалов.

Уметь:

- оформлять разного рода технологические документы, такие как: маршрутная карта, операционная карта, технологическая инструкция, паспорт технологический и т.д. на перспективные материалы, новые изделия и средства технического контроля;
- проводить необходимые финансовые вычисления по оценке доходности инвестиций, рыночной стоимости финансовых инструментов и риска вложений денежных средств при внедрении перспективных материалов и технологий;
- применять на практике математические методы статистического анализа взаимосвязи входных и выходных данных;
- выбирать технологию обработки композиционных материалов;
- выбирать инструмент для обработки композиционных материалов;
- выбирать режим для обработки композиционных материалов обеспечивающий необходимое качество согласно техническим требованиям;
- составлять программы для обработки композиционных материалов в соответствии с требованиями.

Владеть:

- навыками анализа физико-химических свойств полимеров;
- навыками оформления маршрутных карт, операционных карт, технологических инструкций, технологических паспортов и т.д. на перспективные материалы, новые изделия и средства технического контроля;
- навыками применения на практике математических методов статистического анализа взаимосвязи входных и выходных данных;
- навыками работы на обрабатывающем оборудовании;
- навыками разработки технологических режимов обработки композиционных материалов.

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

4. Содержание учебной дисциплины

4.1. Содержание разделов и тем учебной дисциплины

Раздел 1. Физика и химия полимеров.

(ПР – 16ч, СР – 35ч)

Тема 1. Введение. Физико-химические свойства полимеров. Методы анализа свойств связующих. Методы анализа свойств препрегов. Методы анализа свойств композитов.

Тема 2. Типы связующих, применяемых для ПКМ. Термореактивные (олигомерные) связующие. Ненасыщенные олигоэфирные связующие. Фенолоальдегидные смолы. Уретановые смолы.

Тема 3. Эпоксидные смолы. Получение и применение эпоксидных смол. Отвердители для эпоксидных смол. Влияние природы отвердителя на свойства эпоксидных матриц. Модификация эпоксидных композиций термопластами.

Тема 4. Типы связующих, применяемых для полимерных композиционных материалов. Термопластичные связующие. Полиолефины. Полиэтилен. Полипропилен. Полистирол.

Тема 5. Полиэтилентерефталат. Алифатические полиамиды. Полиформальдегид. Поликарбонаты и полиарилаты. Фторопласты. Полиэфиркетоны.

Раздел 2. Фазовые и физические состояния полимеров.

(ПЗ – 16ч, СР – 34ч)

Тема 6. Фазовые и физические состояния полимеров. Стеклообразное состояние аморфных полимеров. Механизм стеклования полимеров. Механическое стеклование. Связь температуры стеклования с химическим строением полимеров.

Тема 7. Вязкотекучее состояние полимеров. Механизм течения полимеров. Закон течения полимеров. Зависимость вязкости от температуры. Влияние структуры полимера на температуру текучести.

Тема 8. Кристаллическое фазовое состояние полимеров. Общие положения. Механизм и кинетика кристаллизации полимеров. Влияние различных факторов на кристаллизацию полимеров. Влияние структуры полимера на кристалличность.

Тема 9. Явление релаксации механических свойств полимеров. Явление ползучести полимеров. Релаксация напряжений. Упругий гистерезис. Релаксационные явления при периодических силовых воздействиях. Релаксационные явления в стеклообразных полимерах. Релаксационные явления в кристаллических полимерах.

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	Анализ физико-химических свойств полимеров	Собеседование. Практическое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы практических заданий.
2	2	Анализ физико-химических свойств связующих, применяемых для полимерных композиционных материалов (термореактивные (олигомерные), ненасыщенные и	Собеседование. Практическое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы практических заданий.

		др.)		
3	3	Анализ физико-химических свойств эпоксидных смол	Собеседование. Практическое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы практических заданий.
4	4	Анализ свойств связующих, применяемых для полимерных композиционных материалов (полиолефины, полиэтилен, полипропилен, полистирол)	Собеседование. Практическое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы практических заданий.
5	6	Связь температуры стеклования с химическим строением полимеров	Собеседование. Практическое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы практических заданий.
6	7	Рассмотрение механизма течения полимеров	Собеседование. Практическое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы практических 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	5	Полиэтилентерефталат. Алифатические полиамиды. Полиформальдегид. Поликарбонаты и полиарилаты. Фторопласты. Полиэфиркетоны.	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
2	8	Кристаллическое фазовое состояние полимеров. Общие положения. Механизм и кинетика кристаллизации полимеров. Влияние различных факторов на кристаллизацию полимеров. Влияние структуры полимера на кристалличность.	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
	9	Явление релаксации механических свойств полимеров. Явление ползучести полимеров. Релаксация напряжений. Упругий гистерезис. Релаксационные	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины

	явления при периодических силовых воздействиях. Релаксационные явления в стеклообразных полимерах. Релаксационные явления в кристаллических полимерах.	
--	--	--

5. Методические указания для аспирантов по изучению дисциплины

При изучении дисциплины «Физико-химия полимеров (полимерные матрицы, синтетические наполнители, катализаторы и отверждающие агенты)» 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;
4. К выполнению практических заданий приступать после самостоятельной работы по изучению теоретических вопросов.

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	Кульметьева В. Б. Перспективные композиционные и керамические материалы : учебное пособие / В. Б. Кульметьева, С. Е. Порозова, А. А. Сметкин. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2013.	5+ЭБ
2	Конструкция и проектирование комбинированных ракетных двигателей на твердом топливе : учебное пособие для вузов / Б. В. Обносов [и др.]. - Москва: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2014.	6
3	Михайлин Ю. А. Специальные полимерные композиционные материалы / Ю. А. Михайлин. - Санкт-Петербург: Науч. основы и технологии, 2014.	2
2 Дополнительная литература		
2.1 Учебные и научные издания		
1	Бобович Б.Б. Неметаллические конструкционные материалы : учебное пособие для вузов / Б.Б. Бобович. - Москва: Изд-во МГИУ, 2009.	8
2	Болтон У. Конструкционные материалы: металлы, сплавы, полимеры, керамика, композиты : пер. с англ. / У. Болтон. - Москва: Додэка-XXI, 2004.	4
3	Сайфуллин Р. С. Физико-химия неорганических полимерных и композиционных материалов / Р. С. Сайфуллин. - Москва:	2

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке+кафедре; местонахождение электронных изданий
1	2	3
	Химия, 1990.	
4	Справочник по композиционным материалам : в 2 кн. : пер. с англ. / Под ред. Дж. Любина. Кн.1. - Москва: Машиностроение, 1988. – 447 с.	44
5	Справочник по композиционным материалам : в 2 кн. : пер. с англ. / Под ред. Дж. Любина. Кн.2. - Москва: Машиностроение, 1988. – 580 с.	43
2.2 Периодические издания		
1	Вестник ПНИПУ. Механика : журнал / Пермский национальный исследовательский политехнический университет ; Под ред. А. А. Ташкинова. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2012 -.	
2	Вестник ПНИПУ. Аэрокосмическая техника / Пермский национальный исследовательский политехнический университет ; Под ред. В. Ю. Петрова ; Р. В. Бульбовича. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2012 -.	
3	Механика композиционных материалов и конструкций : всероссийский научный журнал / Российская академия наук. Отделение энергетики, машиностроения, механики и процессов управления; Институт прикладной механики; Общественная академия знаний. - Москва: Ин-т прикл. механики РАН, 1995 - .	
4	Химическое и нефтегазовое машиностроение : международный научно-технический и производственный журнал / Российская инженерная академия; Газпром; Московский государственный университет инженерной экологии. - Москва: Изд-во МГУИЭ, 1932 - .	
2.3 Нормативно-технические издания		
	Не требуется	
2.4 Официальные издания		
	Не требуется	

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

6.2.1. Информационные и информационно-справочные системы

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.
5. Cambridge Journals [Electronic resource : полнотекстовая база данных : электрон. журн. по гуманитар., естеств., и техн. наукам на англ. яз.] / University of Cambridge. – Cambridge : Cambridge University Press, 1770-2012. – Режим доступа: <http://journals.cambridge.org/>. – Загл. с экрана. 11.
6. 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.
7. 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.
8. Авиапортал - [http://www. http://air.myl.ru/](http://www.air.myl.ru/)
9. Механика композиционных материалов и конструкций <http://mkmk.ras.ru/>.

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	Персональные компьютеры (локальная компьютерная сеть)	12	Оперативное управление	403
2	Проектор	1	Оперативное управление	404

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

Итоговой оценкой результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде зачета, проводимая с учетом результатов текущего контроля.

- **Шкалы оценивания результатов обучения:**

Оценка результатов обучения по дисциплине проводится по шкале оценивания «зачтено», «незачтено» путем выборочного контроля во время зачета.

Типовые шкалы и критерии оценки результатов обучения при сдаче зачета приведены в табл. 5.

Таблица 5

Шкала и критерии оценки результатов обучения на зачете

Оценка	Критерии оценивания
<i>Зачтено</i>	Аспирант уверенно или менее уверенно выступил с устным докладом на научном семинаре. Показал сформированные или содержащие отдельные пробелы знания в рамках усвоенного учебного материала, показал успешное или сопровождающееся отдельными ошибками применение навыков полученных умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов правильно.
<i>Незачтено</i>	Аспирант неуверенно выступил с устным докладом на научном семинаре или не подготовил доклад. При ответах аспирант продемонстрировал фрагментарные знания . При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов и неточностей. Проявил частично освоенное умение и применение полученных навыков при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала.

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.

Лист регистрации изменений

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