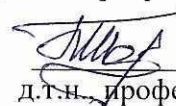


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования

**«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**

**«Математическое моделирование и методы экспериментальных  
исследований свойств композиционных материалов»**

<b>Научная специальность</b>	2.5.6 Технология машиностроения
<b>Направленность (профиль) программы аспирантуры</b>	Технология машиностроения
<b>Выпускающая(ие) кафедра(ы)</b>	Механика композиционных материалов и конструкций
<b>Форма обучения</b>	Очная
<b>Курс: 2</b>	<b>Семестр (ы): 3</b>
<b>Виды контроля с указанием семестра:</b>	
<b>Экзамен:</b>	<b>Зачет: 3</b> Диф.зачет

Пермь 2022

## **1. Общие положения**

Рабочая программа дисциплины «Математическое моделирование и методы экспериментальных исследований свойств композиционных материалов» 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 новых технологий обработки, формования и переработки материалов для получения деталей и сборочных единиц с заданным комплексом свойств путём установления фундаментальных закономерностей влияния метода обработки, технологических параметров и особенностей изменения структуры на выходные параметры для дальнейшего самостоятельного осуществления исследовательской деятельности.

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

- способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях;

- владением культурой научного исследования в области авиационной и ракетно-космической техники, в том числе с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий.

## **1.2 Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Математическое моделирование и методы экспериментальных исследований свойств композиционных материалов» является дисциплиной по выбору вариативной части цикла базового учебного плана.

Дисциплина используется при подготовке к сдаче кандидатского экзамена по специальности 2.5.6 Технология машиностроения 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:**

- методы экспериментальных исследований свойств композиционных материалов;
- методы численного моделирования сложных технологических объектов из разнородных материалов для оценки напряженно-деформированного состояния;
- новейшие информационно-коммуникационные технологии;

- методы прототипирования и 3D технологий.

**Уметь:**

- применять методы математического моделирования и методы экспериментальных исследований свойств композиционных материалов;
- производить оценку соответствия прототипа и разрабатываемой детали;
- использовать новейших информационно-коммуникационные технологии для математического моделирования свойств композитов.

**Владеть:**

- навыками расчета и обработки результатов численного моделирования для задаваемых условий эксплуатации (сжатие, растяжение, изгиб);
- методиками точностного анализа и взаимосвязи размерных цепей контактирующих деталей.

### 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. Математическое моделирование с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий.

(ПР – 16ч, СР – 35ч)

Тема 1. Методы теоретических исследований технологии машиностроения. Физическое представление процессов и их математическое описание.

Тема 2. Новейшие информационно-коммуникационные технологии для математического моделирования свойств композитов.

Раздел 2. Методы экспериментальных исследований свойств композиционных материалов.

(ПР – 16ч, СР – 34ч)

Тема 3. Методы экспериментальных исследований в технологии машиностроения.

Тема 4. Классический эксперимент, дисперсионный анализ, планирование экстремальных экспериментов, множественный корреляционный и регрессионный анализ.

#### 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	Выбор базовой модели и ограничение условий для	Собеседование. Творческое	Вопросы по темам / разделам

		численного моделирования	задание.	дисциплины. Темы творческих заданий.
2	2	Масштабирование технологического объекта и разработка 3D-технологий	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
3	3	Прототипирование технологического объекта	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
4	4	Оценивание соответствия прототипа, устранение недостатков и разработка объекта для технологических исследований	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 раздела дисциплины	Наименование темы самостоятельной работы	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства
1	1	Математическое моделирование для прогнозирования свойств композитов при физических воздействиях (температуры, давления, сжатия, растяжения, изгиба) — для углепластиков	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины Темы творческих заданий
2		Математическое моделирование для прогнозирования свойств композитов при физических воздействиях (температуры, давления, сжатия, растяжения, изгиба) — для органопластиков	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины Темы творческих заданий
3	2	Экспериментальное исследование свойств композитов на образцах при физических воздействиях (температуры, давления, сжатия, растяжения, изгиба) — для углепластиков	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины Темы творческих заданий
4		Экспериментальное	Собеседование.	Вопросы по темам /

	исследование свойств композитов на образцах при физических воздействиях (температуры, давления, сжатия, растяжения, изгиба) — органопластиков	Творческое задание.	разделам дисциплины Темы творческих заданий
--	---	---------------------	--

### 5. Методические указания для аспирантов по изучению дисциплины

При изучении дисциплины «Математическое моделирование и методы экспериментальных исследований свойств композиционных материалов» 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
<b>1 Основная литература</b>		
1	Михайлов А. В. Основы проектирования технологических процессов машиностроительных производств : учебное пособие для вузов / А. В. Михайлов, Д. А. Расторгуев, А. Г. Схиртладзе. - Старый Оскол: ТНТ, 2015.	15
2	Полилов А. Н. Экспериментальная механика композитов : учебное пособие / А. Н. Полилов. - Москва: Изд-во МГТУ, 2015.	1
3	Михайлин Ю. А. Специальные полимерные композиционные материалы / Ю. А. Михайлин. - Санкт-Петербург: Науч. основы и технологии, 2014.	2
4	Баженов С. Л. Механика и технология композиционных материалов : учебно-справочное руководство / С. Л. Баженов. - Долгопрудный: Интеллект, 2014.	6
<b>2 Дополнительная литература</b>		
<b>2.1 Учебные и научные издания</b>		
1	Механика материалов. Методы и средства экспериментальных исследований / В. Э. Вильдеман [и др.]. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2011.	36+ЭБ
2	Экспериментальные исследования свойств материалов при сложных термомеханических воздействиях : коллективная монография / В. Э. Вильдеман [и др.]. - Москва: Физматлит, 2012.	2

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке+кафедре; местонахождение электронных изданий
1	2	3
3	Пелех Б. Л. Экспериментальные методы исследования динамических свойств композиционных структур / Б. Л. Пелех, Б. И. Саляк. - Киев: Наук. думка, 1990.	3
4	Лущейкин Г. А. Моделирование и оптимизация полимерных материалов : учебное пособие для вузов / Г. А. Лущейкин. - Москва: КолосС, 2009.	3
5	Буланов В. Я. Диагностика свойств композитов : методы, аппаратура, приборы / В. Я. Буланов, П. П. Савинцев. - Свердловск: УрО АН СССР, 1989.	3
<b>2.2 Периодические издания</b>		
1	Механика композитных материалов : научно-теоретический журнал / Латвийская академия наук; Латвийский университет; Институт механики полимеров. - Рига: Изд-во Латв. ун-та, Ин-т механики полимеров, 1965 - .	
2	Вестник ПНИПУ. Механика : журнал / Пермский национальный исследовательский политехнический университет ; Под ред. А. А. Ташкинова. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2012 - .	
3	Вестник ПНИПУ. Аэрокосмическая техника / Пермский национальный исследовательский политехнический университет ; Под ред. В. Ю. Петрова ; Р. В. Бульбовича. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2012 - .	
4	Космонавтика и ракетостроение : научно-технический журнал / Центральный научно-исследовательский институт машиностроения. - Королев: ЦНИИмаш, 2000 - .	
<b>2.3 Нормативно-технические издания</b>		
	Не требуется	
<b>2.4 Официальные издания</b>		
	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., comment., 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., comment., 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.air.my1.ru/>

9. Официальный сайт ЦИАМ <http://www.ciam.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**

<b>Оценка</b>	<b>Критерии оценивания</b>
<i>Зачтено</i>	Аспирант уверенно или менее уверенно выступил с устным докладом на научном семинаре. Показал сформированные или содержащие отдельные пробелы <b>знания</b> в рамках усвоенного учебного материала, показал успешное или сопровождающееся отдельными ошибками применение <b>навыков</b> полученных <b>умений</b> 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 <b>знания</b> . При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов и неточностей. Продемонстрировал частично освоенное <b>умение и применение</b> 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		