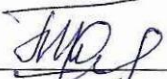


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

**«Пермский национальный исследовательский
политехнический университет»**

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель программы аспирантуры

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

« 16 » « мая » 202 2 г.

Рабочая программа дисциплины по программе аспирантуры

**«Технология производства изделий аэрокосмической техники из
композиционных материалов»**

| | |
|---|---|
| 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: 3 | Семестр (ы): 5 |
| Виды контроля с указанием семестра: | |
| Экзамен: | Зачет: 5 Диф.зачет |

Пермь 2022

1. Общие положения

Рабочая программа дисциплины «Технология производства изделий аэрокосмической техники из 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 технологии производства изделий аэрокосмической техники из композиционных материалов.

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

- способностью и готовностью теоретически обосновывать и оптимизировать технологические процессы получения перспективных материалов и производство из них новых изделий с учетом последствий для общества, экономики и экологии;
- способностью и готовностью разрабатывать и выпускать технологическую документацию на перспективные материалы, новые изделия и средства технического контроля качества выпускаемой продукции;
- способностью и готовностью участвовать в сертификации материалов, полуфабрикатов, изделий и технологических процессов их изготовления;
- способностью и готовностью оценивать инвестиционные риски при реализации инновационных материаловедческих и конструкторско-технологических проектов и внедрении перспективных материалов и технологий;
- способностью и готовностью вести авторский надзор при изготовлении, монтаже, наладке, испытаниях и сдаче в эксплуатацию выпускаемых материалов и изделий;
- 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 «Технология производства изделий аэрокосмической техники из композиционных материалов» является обязательной дисциплиной образовательного компонента плана аспиранта.

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:

- свойства полимерных композиционных материалов;
- методы испытаний корпусов твердотопливных ракетных двигателей;
- виды оправок для изготовления корпусов ракетных двигателей из композиционных материалов;
- параметры технологических процессов производства корпусов твердотопливных ракетных двигателей из композиционных материалов.

Уметь:

- проводить измерения выходных геометрических параметров корпусов;
- проводить испытания корпусов твердотопливных ракетных двигателей;
- разрабатывать технологию и оборудование для изготовления узлов ракетных двигателей из композиционных материалов.

Владеть:

- навыками изготовления образцов из эрозионностойких материалов на основе пластических масс, из УКММ, из теплозащитных покрытий;
- навыками разработки технических заданий и конструирования узлов и деталей ракетных двигателей на твердом топливе из 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 |
|--------|---------------------------------------|-----------------|
| | | 5 семестр |
| 1 | Аудиторная работа | 17 |
| | В том числе: | |
| | Лекции (Л) | 5 |
| | Практические занятия (ПЗ) | 6 |
| 2 | Контроль самостоятельной работы (КСР) | 6 |
| | Самостоятельная работа (СР) | 55 |
| | Форма итогового контроля: | Зачет |

4. Содержание учебной дисциплины

4.1. Содержание разделов и тем учебной дисциплины

Раздел 1. Оборудование для изготовления и испытаний элементов твердотопливных ракетных двигателей их композиционных материалов.

(Л – 3ч, ПР – 3ч, СР – 30ч)

Тема 1. Современные полимерно-композиционные материалы и уровень достигнутых технических характеристик материалов для аэрокосмической техники.

Тема 2. Выбор параметров технологических процессов производства корпусов твердотопливных ракетных двигателей из композиционных материалов. Структура процессов. Виды оправок для изготовления корпусов. Изготовление оправок и теплозащитных покрытий.

Тема 3. Намотка силовой оболочки корпуса и узлов его стыковки. Основные технологические параметры. Удаление оправки, механосборочные операции.

Тема 4. Организация системы измерений выходных геометрических параметров корпусов.

Тема 5. Методы испытаний корпусов твердотопливных ракетных двигателей из композиционных материалов. Доводочные, зачетные, контрольно-технологические испытания корпусов.

Раздел 2. Основы технологических процессов изготовления элементов твердотопливных ракетных двигателей.

(Л – 2ч, ПР – 3ч, СР – 25ч)

Тема 6. Оборудование для изготовления корпусов твердотопливных ракетных двигателей из композиционных материалов. Характеристика и классификация оборудования для производства корпусов по системам автоматического управления.

Тема 7. Основные виды технологических процессов изготовления узлов и деталей сопел твердотопливных ракетных двигателей из УКММ.

Тема 8. Технологические процессы изготовления теплозащитных покрытий корпусов и сопел твердотопливных ракетных двигателей. Технология нанесения наружных теплозащитных, лакокрасочных и герметизирующих покрытий, клеевых составов.

Тема 9. Технологические процессы, оборудование для изготовления узлов сопел твердотопливных ракетных двигателей из эрозионностойких материалов на основе пластических масс.

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 | 7 | Изучение технологических процессов изготовления образцов из УКММ | Собеседование. Творческое задание. | Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий. |
| 2 | 8 | Изучение технологических процессов изготовления образцов из теплозащитных покрытий | Собеседование. Творческое задание. | Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий. |
| 3 | 9 | Изучение технологических процессов изготовления образцов из эрозионностойких материалов на основе пластических масс | 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 |
|--------|-----------------------|--|----------------------------------|--------------------------|
| | | | | |

| | ины | | | средства |
|---|-----|--|----------------|---|
| 1 | 2 | Параметры технологических процессов производства корпусов твердотопливных ракетных двигателей из композиционных материалов. Структура процессов. Изготовление оправок и теплозащитных покрытий. | Собеседование. | Вопросы по темам / разделам дисциплины. |
| 2 | 4 | Организация системы измерений выходных геометрических параметров корпусов. | Собеседование. | Вопросы по темам / разделам дисциплины. |
| 3 | 5 | Методы испытаний корпусов твердотопливных ракетных двигателей из композиционных материалов. Доводочные, зачетные, контрольно-технологические испытания корпусов. | Собеседование. | Вопросы по темам / разделам дисциплины. |
| 4 | 7 | Основные виды технологических процессов изготовления узлов и деталей сопел твердотопливных ракетных двигателей из УКММ | Собеседование. | Вопросы по темам / разделам дисциплины. |
| 5 | 8 | Технологические процессы изготовления теплозащитных покрытий корпусов и сопел твердотопливных ракетных двигателей. Технология нанесения наружных теплозащитных, лакокрасочных и герметизирующих покрытий, клеевых составов | Собеседование. | Вопросы по темам / разделам дисциплины. |
| 6 | 9 | Технологические процессы, оборудование для изготовления узлов сопел твердотопливных ракетных двигателей из эрозионностойких материалов на основе пластических масс. | Собеседование. | Вопросы по темам / разделам дисциплины. |

5. Методические указания для аспирантов по изучению дисциплины

При изучении дисциплины «Технология производства изделий аэрокосмической техники из 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 |
| 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 | Углерод, углеродные волокна, углеродные композиты / А. И. Мелешко, С.П. Половников .— Москва : Сайнс-Пресс, 2007 .— 189 с. | 5 |
| 2 | Технология ракетных и аэрокосмических конструкций из композиционных материалов : учебник для вузов / И.М. Буланов, В. В. Воробей ; Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана. – Москва: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 1998. – 514 с. | 8 |
| 3 | Батаев А. А. Композиционные материалы: строение, получение, применение : учебник / А. А. Батаев, В. А. Батаев. - Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2002. | 20 |
| 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; Общенациональная 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 предусмотрены | |

| № | Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц) | Количество экземпляров в библиотеке+кафедр; местонахождение электронных изданий |
|--------------------------------|---|--|
| 1 | 2 | 3 |
| 2.4 Официальные издания | | |
| Не предусмотрены | | |

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 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.
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.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

| Оценка | Критерии оценивания |
|---------|--|
| Зачтено | 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 |

| Оценка | Критерии оценивания |
|------------------|---|
| | 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 | | |