



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

**«Пермский национальный исследовательский
политехнический университет»**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по науке и инновациям

В.Н. Коротаев

«06» » 2017 г.



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

| | |
|---|---|
| Направление подготовки | 24.06.01 Авиационная и ракетно-космическая техника |
| Направленность (профиль) программы аспирантуры | Технология машиностроения |
| Научная специальность | 05.02.08 Технология машиностроения |
| Квалификация выпускника | Исследователь. Преподаватель-исследователь |
| Выпускающая кафедра | Механика композиционных материалов и конструкций (МКМК) |
| Форма обучения | Очная |
| Курс: 2 | Семестр: 3 |
| Трудоёмкость: | |
| Кредитов по рабочему учебному плану: | 3 ЗЕ |
| Часов по рабочему учебному плану: | 108 ч |
| Виды контроля с указанием семестра: | |
| Экзамен: - | Зачёт: 3 |

Пермь 2017г.

Рабочая программа дисциплины «Математическое моделирование и методы экспериментальных исследований свойств композиционных материалов» разработана на основании следующих нормативных документов:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 890 от «30» июля 2014 г. по направлению подготовки 24.06.01 Авиационная и ракетно-космическая техника;

Общая характеристика образовательной программы;

Паспорт научной специальности 05.02.08 Технология машиностроения, разработанный экспертным советом Высшей аттестационной комиссии Министерства в связи с утверждением приказа Минобрнауки России от 25 февраля 2009 г. №59 «Об утверждении Номенклатуры научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени» (редакция от 14 декабря 2015 года);

Рабочая программа дисциплины заслушана и утверждена на заседании кафедры МКМК
Протокол от «17» мая 2017 г. № 65.

Зав. кафедрой д-р техн. наук, проф.



А.Н. Аношкин

Разработчик программы д-р техн. наук, проф.



Г.И. Шайдурова

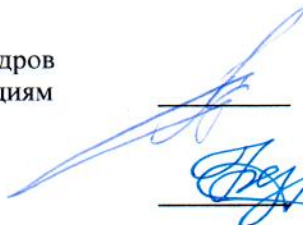
Руководитель программы д-р техн. наук, проф.



Г.И. Шайдурова

Согласовано:

Председатель комиссии
по подготовке научных кадров
Совета по науке и инновациям



В.П. Первадчук

Начальник управления
подготовки кадров
высшей квалификации



Л.А. Свисткова

1. Общие положения

1.1 **Цель учебной дисциплины** – формирование комплекса знаний, умений и навыков в области математического моделирования и методов экспериментальных исследований свойств композиционных материалов.

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 (УК-1);

-владением культурой научного исследования в области авиационной и ракетно-космической техники, в том числе с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий (ОПК-2).

1.2 Задачи учебной дисциплины:

• **формирование знаний**

- в области численного моделирования и методов экспериментальных исследований свойств композиционных материалов;

• **формирование умений**

- применять методы математического моделирования и методы экспериментальных исследований и производить оценку соответствия прототипа и разрабатываемой детали;

• **формирование навыков**

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

1.3 Предметом освоения дисциплины являются следующие объекты:

- методы математического моделирования;

- методы экспериментальных исследований;

- информационно-коммуникационные технологии.

1.4 Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина Б1.В.ДВ.1.3 «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 05.02.08 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 освоить части указанных в пункте 1.1 компетенций и 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.

2.1 Дисциплинарная карта компетенции УК-1

| | |
|-----------------|--|
| Код УК-1 | Формулировка компетенции способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях |
|-----------------|--|

| | |
|-------------------------------|---|
| Код УК-1 Б1.ДВ.01.3 | Формулировка дисциплинарной части компетенции способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении практических задач в области математического моделирования и экспериментальных исследований свойств композитов |
|-------------------------------|---|

Требования к компонентному составу части компетенции

| Перечень компонентов | Виды учебной работы | Средства оценки |
|---|---|---|
| Знать: - методы экспериментальных исследований свойств композиционных материалов - методы численного моделирования сложных технологических объектов из разнородных материалов для оценки напряженно-деформированного состояния | <i>Самостоятельная работа аспирантов.</i> | <i>Собеседование.</i> |
| Уметь: - применять методы математического моделирования и методы экспериментальных исследований свойств композиционных материалов | <i>Практические занятия. Самостоятельная работа аспирантов.</i> | <i>Собеседование. Творческое задание.</i> |
| Владеть: - навыками расчета и обработки результатов численного моделирования для задаваемых условий эксплуатации (сжатие, растяжение, изгиб) | <i>Самостоятельная работа аспирантов.</i> | <i>Собеседование. Творческое задание.</i> |

2.2 Дисциплинарная карта компетенции ОПК-2

| | |
|---------------------|---|
| Код ОПК-2 | Формулировка компетенции владеть культурой научного исследования в области авиационной и ракетно-космической техники, в том числе с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий |
|---------------------|---|

| | |
|-----------------------------------|--|
| Код ОПК-2 Б1.ДВ.01.3 | Формулировка дисциплинарной части компетенции владеть культурой научного исследования в области авиационной и ракетно-космической техники, в том числе с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий |
|-----------------------------------|--|

Требования к компонентному составу части компетенции

| Перечень компонентов | Виды учебной работы | Средства оценки |
|--|---|---|
| Знать: - новейшие информационно-коммуникационные технологии; - методы прототипирования и 3D технологий | <i>Самостоятельная работа аспирантов.</i> | <i>Собеседование.</i> |
| Уметь: - производить оценку соответствия прототипа и разрабатываемой детали; - использовать новейших информационно-коммуникационные технологии для математического моделирования свойств композитов | <i>Практические занятия. Самостоятельная работа аспирантов.</i> | <i>Собеседование. Творческое задание.</i> |
| Владеть: - методиками точностного анализа и взаимосвязи размерных цепей контактирующих деталей | <i>Самостоятельная работа аспирантов.</i> | <i>Собеседование. Творческое задание.</i> |

3. Структура учебной дисциплины по видам и формам учебной работы

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 ЗЕ (1 ЗЕ = 36 час.).

Таблица 1

Объем и виды учебной работы

| № п.п. | Вид учебной работы | Трудоемкость, ч |
|--------|---------------------------------------|-----------------|
| | | 3 семестр |
| 1 | Аудиторная работа | 32 |
| | В том числе: | |
| | Лекции (Л) | - |
| | Практические занятия (ПЗ) | 32 |
| 2 | Контроль самостоятельной работы (КСР) | 4 |
| 3 | Самостоятельная работа (СР) | 72 |
| | Итоговая аттестация по дисциплине: | |
| | Зачет | - |
| | Форма итогового контроля: | Зачет |

4. Содержание учебной дисциплины

4.1 Модульный тематический план

Таблица 2

Тематический план по модулям учебной дисциплины (3 семестр)

| Номер раздела дисциплины | Номер темы дисциплины | Количество часов и виды занятий | | | | | Трудоёмкость, ч / ЗЕ | |
|---------------------------------|-----------------------|---------------------------------|----------|-----------|----------|-------------------|----------------------|------------------------|
| | | аудиторная работа | | | КСР | Итоговый контроль | | Самостоятельная работа |
| | | всего | Л | ПЗ | | | | |
| 1 | 1 | 8 | - | 8 | | | 18 | 26 |
| | 2 | 8 | - | 8 | | | 18 | 26 |
| Всего по разделу: | | 16 | | 16 | 2 | | 36 | 54 / 1.5 |
| 2 | 3 | 8 | - | 8 | | | 18 | 26 |
| | 4 | 8 | - | 8 | | | 18 | 26 |
| Всего по разделу: | | 16 | | 16 | 2 | | 36 | 54 / 1.5 |
| Промежуточная аттестация | | | | | | | - | |
| Итого: | | 32 | - | 32 | 4 | - | 72 | 108/3.0 |

4.2. Содержание разделов и тем учебной дисциплины

4.2.1. Содержание разделов и тем учебной дисциплины (3 семестр)

Раздел 1. Математическое моделирование с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий
(ПР – 16ч, СР – 36ч)

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 – 36ч)

Тема 3. Методы экспериментальных исследований в технологии машиностроения.

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

4.3. Перечень тем лабораторных работ

При изучении данной дисциплины лабораторные работы не предусмотрены.

4.4. Перечень тем практических занятий

Таблица 3

Темы практических занятий (из пункта 4.2.2)

| № п.п. | Номер темы дисциплины | Наименование темы практического занятия | Наименование оценочного средства | Представление оценочного средства |
|--------|-----------------------|---|---------------------------------------|---|
| 1 | 1 | Выбор базовой модели и ограничение условий для численного моделирования | Собеседование. Творческое задание. | Вопросы по темам / разделам 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. |

4.5. Перечень тем семинарских занятий

При изучении данной дисциплины семинарские занятия не предусмотрены.

4.6. Содержание самостоятельной работы аспирантов

Самостоятельная работа аспирантов заключается в теоретическом изучении конкретных вопросов и выполнении творческих заданий.

Таблица 4

Темы самостоятельных заданий

| № п.п. | Номер темы дисциплины Наименование темы самостоятельной работы | Наименование оценочного средства | Представление оценочного средства | |
|--------|---|---|---------------------------------------|---|
| 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 | | 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 исследование свойств композитов на образцах при физических воздействиях (температуры, давления, сжатия, растяжения, изгиба) — органопластиков | Собеседование. Творческое задание. | Вопросы по темам / 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. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Для успешного освоения дисциплины применяются различные образовательные технологии, которые обеспечивают достижение планируемых результатов обучения согласно основной профессиональной образовательной программы.

Проведение практических занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором аспиранты взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность аспирантов в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности аспирантов на достижение целей занятия.

7. Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации и текущего контроля по дисциплине «Математическое моделирование и методы экспериментальных исследований свойств композиционных материалов» представлен в виде приложения к рабочей программе дисциплины.

8. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

8.1. Карта обеспеченности дисциплины учебно-методической литературой

| | | |
|---|------------------------|---|
| Б1.ДВ.01.3 «Математическое моделирование и методы экспериментальных исследований свойств композиционных материалов» | БЛОК 1 | |
| | (цикл дисциплины/блок) | |
| | x | x |

(индекс и полное название дисциплины)

24.06.01 /
05.02.08

код направления / шифр научной специальности
2017

(год утверждения учебного плана)

Факультет *Аэрокосмический*
Кафедра *Механика композиционных материалов и конструкций (МКМК)*

Авиационная и ракетно-космическая техника /
Технология машиностроения

(полные наименования направления подготовки /
направленности программы)

Семестр: 3

Количество аспирантов: 2

тел. 8(342)239-12-94; mkmk@pstu.ru
(контактная информация)

8.2. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

| № | 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 | 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 |
| 2 Дополнительная литература | | |
| 2.1 Учебные и научные издания | | |
| 1 | Механика материалов. Методы и средства экспериментальных | 36+ЭБ |

| № | Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц) | Количество экземпляров в библиотеке+кафедре; местонахождение электронных изданий |
|---|--|--|
| 1 | 2 | 3 |
| | исследований / В. Э. Вильдеман [и др.]. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2011. | |
| 2 | Экспериментальные исследования свойств материалов при сложных термомеханических воздействиях : коллективная монография / В. Э. Вильдеман [и др.]. - Москва: Физматлит, 2012. | 2 |
| 3 | Пелех Б. Л. Экспериментальные методы исследования динамических свойств композиционных структур / Б. Л. Пелех, Б. И. Салаяк. - 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 |
| 2.2 Периодические издания | | |
| 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 - . | |
| 2.3 Нормативно-технические издания | | |
| | Не требуется | |
| 2.4 Официальные издания | | |
| | Не требуется | |

8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

8.3.1. Лицензионные ресурсы¹

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.

¹ собственные или предоставляемые ПНИПУ по договору

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 гуманит., 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.

8.3.1.1. Информационные 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.

8.3.2. Открытые интернет-ресурсы

1. *Авианортал* - [http://www. http://air.my1.ru/](http://www.air.my1.ru/)
2. *Официальный сайт ЦИАМ* <http://www.ciam.ru/>

8.4. Перечень лицензионного программного обеспечения

| № п.п. | Вид учебного занятия | Наименование программного продукта | Рег. номер лицензии | Назначение программного продукта |
|--------|----------------------|------------------------------------|---------------------|--|
| 1 | Практическое | ANSYS | 444632 | CAD, CAM, CAE-программа |
| 2 | Практическое | Microsoft Office 2007 Suites | 42661567 | Для оформления отчетов по творческим и практическим заданиям |

9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

9.1. Специальные помещения и помещения для самостоятельной работы

Таблица 7

| № п.п. | Помещения | | | Площадь, м ² | Количество посадочных мест |
|--------|----------------------|--------------------------|-----------------|-------------------------|----------------------------|
| | Название | Принадлежность (кафедра) | Номер аудитории | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | Компьютерный класс | Кафедра МКМК | 403 | 60 | 12 |
| 2 | Лекционная аудитория | Кафедра МКМК | 404 | 80 | 30 |

9.2. Основное учебное оборудование

Таблица 8

| № 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 составе Intel (R) Core(TM)i3CPU@ 2.93ГГц, 3.6ГБ ОЗУ) в комплекте (локальная компьютерная сеть) | 12 | Оперативное управление | 403 |
| 2 | Проектор Panasonic PT-LB78V, экран, ноутбук Lenovo ThinkPad | 1 | Оперативное управление | 404 |

Лист регистрации изменений

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

| | | |
|---|--|--|
| 1 | | |
| 2 | | |
| 3 | | |
| 4 | | |

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Пермский национальный исследовательский политехнический
университет» (ПНИПУ)

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по науке и инновациям

В.Н. Кортаев

» 201 7 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

для проведения промежуточной аттестации аспирантов по дисциплине
«Математическое моделирование и методы экспериментальных
исследований свойств композиционных материалов»

| | |
|--|---|
| Направление подготовки | 24.06.01 Авиационная и ракетно-космическая техника |
| Направленность (профиль) программы аспирантуры | Технология машиностроения |
| Научная специальность | 05.02.08 Технология машиностроения |
| Квалификация выпускника | Исследователь. Преподаватель-исследователь |
| Выпускающая кафедра | Механика композиционных материалов и конструкций (МКМК) |
| Форма обучения | Очная |
| Курс: 2 | Семестр (ы): 3 |
| Трудоёмкость: | |
| Кредитов по рабочему учебному плану: | 3 ЗЕ |
| Часов по рабочему учебному плану: | 108 ч |
| Виды контроля с указанием семестра: | |
| Экзамен: | Зачёт: 3 |

Пермь 2017 г.

Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Математическое моделирование и методы экспериментальных исследований свойств композиционных материалов» разработан на основании следующих нормативных документов:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации №890 от «30» июля 2014 г. по направлению подготовки 24.06.01 Авиационная и ракетно-космическая техника;

Общая характеристика образовательной программы;

Паспорт научной специальности 05.02.08 Технология машиностроения, разработанный экспертным советом Высшей аттестационной комиссии Министерства в связи с утверждением приказа Минобрнауки России от 25 февраля 2009 г. №59 «Об утверждении Номенклатуры научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени» (редакция от 14 декабря 2015 года);

Программа кандидатского минимума и паспорт научной специальности 05.02.08 Технология машиностроения..

Рабочая программа дисциплины заслушана и утверждена на заседании кафедры МКМК
Протокол от «17» мая 2017 г. № 15.

Зав. кафедрой д-р техн. наук, проф.



А.Н. Аношкин

Разработчик программы д-р техн. наук, проф.



Г.И. Шайдурова

Руководитель программы д-р техн. наук, проф.



Г.И. Шайдурова

Согласовано:

Председатель комиссии
по подготовке научных кадров
Совета по науке и инновациям



В.П. Первадчук

Начальник управления
подготовки кадров
высшей квалификации

Л.А. Свисткова

1. Перечень формируемых частей компетенций, этапы их формирования и контролируемые результаты обучения

1.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Согласно основной профессиональной образовательной программе аспирантуры учебная дисциплина Б1.ДВ.01.3 «Математическое моделирование и методы экспериментальных исследований свойств композиционных материалов» участвует в формировании следующих дисциплинарных частей компетенций:

-способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении практических задач в области математического моделирования и экспериментальных исследований свойств композитов (УК-1);

-владеть культурой научного исследования в области авиационной и ракетно-космической техники, в том числе с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий (ОПК-2).

1.2. Этапы формирования компетенций

Освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (3 семестр). В семестре предусмотрены аудиторские занятия - практические занятия, а также самостоятельная работа аспирантов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты дисциплинарных компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в дисциплинарных картах компетенций в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения и являются показателями достижения заданного уровня освоения компетенций (табл. 1).

Таблица 1

Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)

| Контролируемые результаты обучения по дисциплине (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций) | Вид контроля | |
|---|--------------|-------|
| | 3 семестр | |
| | Текущий | Зачёт |
| Усвоенные знания | | |
| 3.1 методы экспериментальных исследований свойств композиционных материалов | С | ТВ |
| 3.2 методы численного моделирования сложных технологических объектов из разнородных материалов для оценки напряженно-деформированного состояния | С | ТВ |
| 3.3 новейшие информационно-коммуникационные технологии | С | ТВ |
| 3.4 методы прототипирования и 3D технологий | С | ТВ |
| Освоенные умения | | |
| У.1 применять методы математического моделирования и методы экспериментальных исследований свойств композиционных материалов | ОТЗ | ПЗ |
| У.2 производить оценку соответствия прототипа и разрабатываемой детали; | ОТЗ | ПЗ |

| | | |
|---|-----|----|
| У.3 использовать новейших информационно-коммуникационные технологии для математического моделирования свойств композитов | ОТЗ | ПЗ |
| Приобретенные владения | | |
| В.1 навыками расчета и обработки результатов численного моделирования для задаваемых условий эксплуатации (сжатие, растяжение, изгиб) | ОТЗ | ПЗ |
| В.2 методиками точностного анализа и взаимосвязи размерных цепей контактирующих деталей | ОТЗ | ПЗ |

С – собеседование по теме; ТВ – теоретический вопрос; ТЗ – творческое задание с учетом темы научно-исследовательской деятельности; ОТЗ – отчет по творческому заданию; ПЗ – практическое задание с учетом темы научно-исследовательской деятельности.

Собеседование – средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с аспирантом на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.

Творческое задание - частично регламентированное задание, имеющее нестандартное решение и позволяющее диагностировать умения, интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения.

Итоговой оценкой освоения дисциплинарных частей компетенций (результатов обучения по дисциплине) является промежуточная аттестация в виде зачета (3 семестр), проводимые с учетом результатов текущего контроля.

2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

В процессе формирования заявленных компетенций используются различные формы оценочных средств текущего и промежуточного контроля.

Компоненты дисциплинарных компетенций, указанные в дисциплинарных картах компетенций в рабочей программе дисциплины, выступают в качестве контролируемых результатов обучения в рамках освоения учебного материала дисциплины: знать, уметь, владеть.

2.1. Текущий контроль

Текущий контроль для комплексного оценивания показателей знаний, умений и владений дисциплинарных частей компетенций (табл. 1) 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. 2.

Таблица 2

| 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. |
| Незачтено | 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. 3.

Таблица 3

| Уровень освоения | Критерии оценивания уровня освоения учебного материала |
|------------------|---|
| Зачтено | 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. |
| Незачтено | Аспирант допустил много ошибок или не выполнил творческое задание. |

2.2. Промежуточная аттестация

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего контроля. Промежуточная аттестация проводится в виде зачета (3 семестр) по дисциплине, в устно-письменной форме по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки знаний и практическое задание (ПЗ) для проверки умений и владений заявленных дисциплинарных частей компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролируемые уровнем сформированности всех заявленных дисциплинарных компетенций. Пример билета представлен в приложении 1.

• **Шкалы оценивания результатов обучения при зачете и кандидатском экзамене:**

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных дисциплинарных компетенций проводится по шкале оценивания «зачтено», «незачтено» путем выборочного контроля во время зачета.

Типовые шкалы и критерии оценки результатов обучения при сдаче зачета для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в табл. 4.

Шкала оценивания уровня знаний, умений и владений на зачете

| Оценка | Критерии оценивания |
|------------------|---|
| <i>Зачтено</i> | <p>Аспирант продемонстрировал сформированные или содержащие отдельные пробелы знания при ответе на теоретический вопрос билета. Показал сформированные или содержащие отдельные пробелы знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов правильно.</p> <p>Аспирант выполнил контрольное задание билета правильно или с небольшими неточностями. Показал успешное или сопровождающееся отдельными ошибками применение навыков полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов правильно.</p> |
| <i>Незачтено</i> | <p>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.</p> <p>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.</p> |

При оценке уровня сформированности дисциплинарных частей компетенций в рамках выборочного контроля при сдаче зачета считается, что полученная оценка проверяемой в билете дисциплинарной части компетенции обобщается на все дисциплинарные части компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.

Общая оценка уровня сформированности всех дисциплинарных частей компетенций проводится с учетом результатов текущего контроля в виде интегральной оценки по системе оценивания «зачтено» и «незачтено».

Оценочный лист уровня сформированности дисциплинарных частей компетенций на зачете

| Итоговая оценка уровня сформированности дисциплинарных частей компетенций | Критерии оценивания компетенции |
|---|---|
| <i>Зачтено</i> | Аспирант получил по дисциплине оценку «зачтено» |
| <i>Незачтено</i> | Аспирант получил по дисциплине оценку «незачтено» |

3. 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.

Задания для оценивания когнитивных умений (знаний) должны предусматривать необходимость проведения аспирантом интеллектуальных действий:

- по дифференциации информации на взаимозависимые части, выявлению взаимосвязей между ними и т.п.;
- по интерпретации и творческому усвоению информации из разных источников, ее системного структурирования;
- по комплексному использованию интеллектуальных инструментов учебной дисциплины для решения учебных и практических проблем.

При составлении заданий необходимо иметь в виду, что они должны носить практико-ориентированный комплексный характер и формировать закрепление осваиваемых компетенций.

4. Типовые контрольные вопросы и задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

4.1. Типовые творческие задания:

1. Математическое моделирование для прогнозирования свойств композитов при физических воздействиях (температуры, давления, сжатия, растяжения, изгиба) — для углепластиков.
2. Математическое моделирование для прогнозирования свойств композитов при физических воздействиях (температуры, давления, сжатия, растяжения, изгиба) — для органопластиков.
3. Экспериментальное исследование свойств композитов на образцах при физических воздействиях (температуры, давления, сжатия, растяжения, изгиба) — для углепластиков.
4. Экспериментальное исследование свойств композитов на образцах при физических воздействиях (температуры, давления, сжатия, растяжения, изгиба) — органопластиков.

4.2. Типовые контрольные вопросы для оценивания знаний на зачете по дисциплине:

1. Методы теоретических исследований технологии машиностроения.
2. Физическое представление процессов и их математическое описание.
3. Новейшие информационно-коммуникационные технологии для математического моделирования свойств композитов.
4. Методы экспериментальных исследований в технологии машиностроения.
5. Классический эксперимент.
6. Дисперсионный анализ.
7. Планирование экстремальных экспериментов.
8. Множественный корреляционный и регрессионный анализ.
9. Этапы прототипирования технологического объекта.
10. Методика точностного анализа и взаимосвязи размерных цепей контактирующих деталей.
11. Методика точностного анализа и взаимосвязи размерных цепей контактирующих деталей.
12. Методы прототипирования и 3D технологий.
13. Этапы обработки результатов численного моделирования для задаваемых условий эксплуатации (сжатие, растяжение, изгиб).

4.3. Типовые контрольные задания для оценивания приобретенных умений и владений на зачете по дисциплине:

1. Провести выбор базовой модели и ограничение условий для численного моделирования.
2. Масштабирование технологического объекта и разработка 3D-технологий.
3. Провести прототипирование технологического объекта.
4. Оценить соответствие прототипа объекта для технологических исследований.

Полный комплект вопросов и заданий для сдачи зачета в форме утвержденных билетов хранится на кафедре «МКМК».

Приложение 1
Пример типовой формы экзаменационного билета



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

Направление
24.06.01 Авиационная и ракетно-космическая
техника

Программа
Технология машиностроения
Кафедра
Механика композиционных материалов и
конструкций

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

БИЛЕТ № 1

1. Методы экспериментальных исследований в технологии машиностроения.
2. Масштабирование технологического объекта.
3. Оценить соответствие прототипа объекта для технологических исследований.

Составитель _____ (подпись)

Заведующий кафедрой _____ (подпись)

« _____ » _____ 201 ____ г.

Г.И. Шайдурова

А.Н. Аношкин

Лист регистрации изменений

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