

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский
Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского»

УТВЕРЖДЕНО

решением ученого совета ННГУ
протокол от «02» декабря 2024 г. № 10

Рабочая программа дисциплины
Модели и методы решения задач деформирования и
разрушения композиционных материалов

Уровень высшего образования
Подготовка кадров высшей квалификации

Научная специальность
1.1.7 Теоретическая механика, динамика машин

Программа подготовки
научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре
Теоретическая механика, динамика машин

Форма обучения
Очная

Нижний Новгород
2025 год

1. Место и цель дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Модели и методы решения задач деформирования и разрушения композиционных материалов» относится к числу обязательных дисциплин образовательного компонента программы аспирантуры и изучается на 2 году обучения в 3 семестре.

Цель дисциплины – ознакомить аспирантов с современными математическими моделями и численными методами решения задач деформирования и разрушения композиционных материалов.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Выпускник, освоивший программу, должен

Знать:

- модели и методы решения задач механики деформируемого твердого тела, в том числе в междисциплинарных областях, реализованные в профессиональных пакетах прикладных программ ;

-основные тенденции развития современных численных методов и программного обеспечения для решения задач динамики конструкций, в том числе в междисциплинарных областях

Уметь:

- осознанно выбрать оптимальные модели и методы решения исследовательских и практических задач механики деформируемого твердого тела;

- разрабатывать новое и модифицировать существующее программное обеспечение на основе созданных и адаптированных численных методов решения исследовательских и практических задач динамики и прочности;

Владеть:

-навыками решения нестандартных задач механики деформируемого твердого тела;

- навыками разработки и адаптации численных методов при решении нестандартных задач динамики и прочности конструкций

3. Структура и содержание дисциплины.

Объем дисциплины составляет 1 зачетную единицу, всего 36 часов, из которых 18 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (6 часов занятия лекционного типа, 6 часа занятия семинарского типа, 6 часов консультации), 18 часов составляет самостоятельная работа обучающегося.

Таблица 2

Структура дисциплины

Наименование раздела дисциплины	Всего, часов	В том числе					Самостоятельная работа обучающегося, часов
		Контактная работа, часов					
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа	Консультации		

1. Введение. Классификация композиционных материалов (КМ). Основные типы армирующих и матричных материалов и их свойства.	12	2	2	0	2	6	6
2. Микромеханика. Эффективные свойства композиционных материалов и методы их определения.	12	2	2	0	2	6	6
3. Макромеханика. Особенности краевых и начально-краевых задач для конструкций из композиционных материалов. Критерии предельного состояния и разрушения композиционных материалов.	12	2	2	0	2	6	6
Промежуточная аттестация - зачет							
Итого	36	6	6	0	6	18	18

Таблица 3

Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Форма проведения занятия	Форма текущего контроля*
1	Введение. Классификация композиционных материалов (КМ). Основные типы армирующих и матричных материалов и их свойства.	Определение КМ. Возможные классификации. Основные типы и свойства армирующих материалов. Основные типы и свойства матричных материалов. Свойства основных типов композиционных материалов.	Лекции, семинары, групповые и индивидуальные консультации	Проверка выполнения домашнего задания в форме реферата и/или научно-исследовательской работы на заданную тему.
2	Микромеханика. Эффективные свойства композиционных материалов и методы их определения.	Постановка задачи теории упругости для неоднородной среды. Понятие эффективных свойств композиционного материала. Микро- и макромеханика. Принцип эквивалентной однородности. Методы определения эффективных свойств композитов, армированных частицами. Вариационные оценки (вилки) для эффективных свойств композиционных материалов. Аппроксимации (самосопряженная модель, трехфазная модель). Эффективные свойств композитов,	Лекции, семинары, групповые и индивидуальные консультации	Проверка выполнения домашнего задания в форме реферата и/или научно-исследовательской работы на заданную

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Форма проведения занятия	Форма текущего контрол я*
		армированных непрерывными волокнами. Упругие константы трансверсально изотропного материала. Методы определения эффективных свойств композитов, армированных в нескольких направлениях. Модели периодических сред.		тему.
3	Макромеханика. Особенности краевых и начально-краевых задач для конструкций из композиционных материалов. Критерии предельного состояния и разрушения композиционных материалов.	Макромеханика. Особенности краевых задач для композиционных материалов. Простейшие задачи анизотропной упругости: растяжение, чистый изгиб, кручение стержней. Влияние анизотропии на характер деформирования. Принцип Сен-Венана для композитов. Модели балок и пластин типа Тимошенко-Рейснера для учета деформаций поперечного сдвига. Расчет слоистых структур. Классическая и уточненная теории слоистых пластин. Кромочные эффекты. Критерии предельного состояния композиционных материалов. Феноменологический и структурный подходы к построению критерия прочности. Тензорный полиномиальный критерий предельного состояния. Критерий Цая-Ву. Критерий Хоффмана.	Лекции, семинары, групповые и индивидуальные консультации	Проверка выполнения домашнего задания в форме реферата и/или научно-исследовательской работы на заданную тему.

4. Формы организации и контроля самостоятельной работы обучающихся

При подготовке к занятиям обучающиеся изучают и повторяют разделы теоретического материала по конспектам и по учебникам и монографиям из списка литературы. Пишут рефераты по предлагаемой теме.

5. Фонд оценочных средств для аттестации по дисциплине

5.1. Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине.

При выполнении всех работ учитываются следующие **основные критерии**:

- уровень теоретических знаний (подразумевается не только формальное воспроизведение информации, но и понимание предмета, которое подтверждается правильными ответами на дополнительные, уточняющие вопросы, заданные членами комиссии);
- умение использовать теоретические знания при анализе конкретных проблем, ситуаций;
- качество изложения материала, то есть обоснованность, четкость, логичность ответа, а также его полнота (то есть содержательность, не исключая сжатости);
- способность устанавливать внутри- и межпредметные связи,

- оригинальность мышления, знакомство с дополнительной литературой и другие факторы.

Описание шкалы оценивания на промежуточной аттестации в форме зачета

Оценка	Уровень подготовленности, характеризуемый оценкой
<i>Зачтено</i>	владение программным материалом, понимание сущности рассматриваемых процессов и явлений, умение самостоятельно обозначить проблемные ситуации в организации научных исследований, способность критически анализировать и сравнивать существующие подходы и методы к оценке результативности научной деятельности, свободное владение источниками, умение четко и ясно излагать результаты собственной работы, следовать нормам, принятым в научных дискуссиях.
<i>Не зачтено</i>	непонимание смысла ключевых проблем, недостаточное владение науковедческой терминологией, неумение самостоятельно обозначить проблемные ситуации, неспособность анализировать и сравнивать существующие концепции, подходы и методы, неумение ясно излагать результаты собственной работы, следовать нормам, принятым в научных дискуссиях.

5.2. Примеры контрольных вопросов и заданий для текущего контроля успеваемости

Темы рефератов и научно-исследовательских работ:

1. Основные понятия механики композиционных материалов.
2. Методы идентификации эффективных характеристик композиционных материалов.
3. Постановка краевых задач статики композитных элементов конструкций.
4. Постановка начально-краевых задач динамики композитных элементов конструкций.
5. Методы решения краевых и начально-краевых задач композиционных элементов конструкций.

Примеры контрольных вопросов и заданий для текущего контроля успеваемости:

1. Какие принципы положены в основу классификации КМ?
2. По каким признакам осуществляется классификация армирующих и матричных материалов?
3. Как определяются эффективные свойства КМ?
4. Каковы особенности постановки краевых задач для элементов конструкций из КМ?
5. Какие принципы положены в основу классификации критериев прочности КМ?

Текущий контроль успеваемости осуществляется преподавателем в ходе проведения занятий.

Вопросы к зачету.

1. Какие принципы положены в основу классификации композиционных материалов?
2. По каким признакам осуществляется классификация армирующих и матричных материалов?
3. Как определяются эффективные свойства композиционных материалов?
4. Каковы особенности постановки краевых задач для элементов конструкций из композиционных материалов?
5. Какие принципы положены в основу классификации критериев прочности композиционных материалов?

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

а) Основная литература

Абросимов Н.А., Баженов В.Г. Нелинейные задачи динамики композитных конструкций. Н.Новгород: Изд-во ННГУ, 2002
<http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=57764&DB=1>

б) Дополнительная литература

1. Абросимов Н.А., Новосельцева Н.А. Метод идентификации вязкоупругих характеристик композитных материалов. Н.Новгород, Изд-во Нижегородского государственного университета, 2014.

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

<http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mechanics.htm>

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

- помещения для проведения занятий: лекционного типа, семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования и помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ННГУ;
 - материально-техническое обеспечение, необходимое для реализации дисциплины, включая лабораторное оборудование;
 - лицензионное программное обеспечение: *Windows, Microsoft Office*;
 - обучающиеся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья обеспечиваются электронными и (или) печатными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.
- ресурсам.

Рабочая программа учебной дисциплины составлена в соответствии с учебным планом, Положением о подготовке научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре) (Постановление Правительства РФ от 30.11.2021 № 2122),

Федеральными государственными требованиями к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре) (Приказ Минобрнауки РФ от 20.10.2021 № 951).

Авторы:

Автор: Абросимов Николай Анатольевич, профессор кафедры теоретической, компьютерной и экспериментальной механики

Рецензент(ы) _____

Заведующий кафедрой _____

Программа одобрена на заседании методической комиссии Института информационных технологий, математики и механики _____