

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования
«Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского»

Факультет механико-математический

УТВЕРЖДАЮ

Декан
механико-математического факультета

_____ А.К.Любимов

" ____ " _____ 2014 г.

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Моделирование процессов разрушения

наименование дисциплины (модуля)

Направление подготовки (специальность)

_____ 010800 «Механика и математическое моделирование»

*указывается код и наименование направления(ий) подготовки
(специальности(ей) и/или профилей (специализаций))*

Профиль подготовки (специализация)

**Механика деформируемых тел и сред,
Математическое моделирование и компьютерный инжиниринг**

Квалификация (степень) выпускника

_____ магистр

магистр, специалист, бакалавр

Форма обучения

_____ очная

очная, очно-заочная, заочная

Нижний Новгород

2014 год

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины (модуля) «Моделирование процессов разрушения» являются изучение основ расчета и компьютерного моделирования процесса разрушения и накопления повреждений при нагружении элементов конструкций.

При освоении дисциплины вырабатываются навыки численного исследования и компьютерного моделирования процессов накопления повреждений и описания роста трещин с использованием существующих конечно-элементных пакетов, а также на основе современных методов описания указанных выше процессов. Расставляются акценты, и проводится ознакомление с особенностями распараллеливания вычислений при решении задач разрушения. При изучении рассматриваются как конструкции выполнение из классических однородных и изотропных материалов, так и конструкции выполнение из композиционных материалов. В процессе приобретения указанных выше навыков происходит ознакомление с основными представлениями и методами численного и компьютерного моделирования процессов разрушения в рамках механики разрушения и континуальной механики повреждений. Получаемые знания служат расширению и улучшению усвоения представлений, полученных в ходе курса механика разрушений, а так же позволяют ознакомить слушателей с особенностями практических расчетов процессов разрушения.

(Указываются цели освоения дисциплины (или модуля), соотнесенные с общими целями ООП ВПО)

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина относится к вариативной части профессионального цикла. Курсом «Моделирование процессов разрушения» продолжается ознакомление студентов с методами компьютерного моделирования и исследования в рамках общемеханического образования, поддерживает и наполняет конкретной направленностью знания, приобретенные в ходе курса «Механика разрушения». Знания, полученные в этом курсе, используются при выполнении курсовых и выпускных квалификационных работ. Слушатели должны владеть знаниями курсов, читаемых в блоке бакалаврского образования по профилю «Математическое моделирование и компьютерный инжиниринг (Механика деформируемых тел и сред)», а также владеть знаниями курса «Механика разрушения».

(Указывается цикл (раздел) ООП, к которому относится данная дисциплина (модуль). Дается описание логической и содержательно-методической взаимосвязи с другими частями ООП (дисциплинами, модулями, практиками). Указываются требования к «входным» знаниям, умениям и готовностям обучающегося, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин (модулей). Указываются те теоретические дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее)

3. Требования к результатам освоения дисциплины (модуля)

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций: ПК-1, ПК-2, ПК-12, ПК-13, ПК-14.

(указываются в соответствии с ФГОС ВПО)

Если в результате освоения дисциплины (модуля) формируется та или иная компетенция(-ции) целиком, то указывается название(-ния) соответствующей(-их) компетенции(-ий). Если в результате освоения дисциплины (модуля) формируется только часть той или иной компетенции, то это указывается и дополнительно раскрываются компоненты формируемой компетенции в виде знаний, умений, владений.

В результате освоения данной дисциплины обучающийся должен:

- 1) Знать: основы моделирования вообще и компьютерного в частности процессов накопления повреждений и разрушения элементов конструкций с учетом особенностей проведения параллельных вычислений.
- 2) Уметь: адекватно подойти к проблеме компьютерного моделирования и исследования рассматриваемого физического явления, сформулировать цель выбрать методы моделирования и уметь оценить адекватность полученных результатов реальным протекающим процессам. Уметь применять существующие

КЭ пакеты для решения задачи исследования процесса разрушения. Применить полученные знания для решения актуальных практических задач.

3) Владеть: методами механики разрушения и механики повреждений.

4. Структура и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единицы, 72 часов.

№ пп	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы*, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)			Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Т	СР	Труд	
1.	Моделирование роста трещин в теле с использованием процедуры «рождения и умирания» элементов	11	1-3	6	6		Проверка домашнего задания
2.	Моделирования процесса накопления повреждений в композиционных материалах (с использованием блока CONCRETE системы ANSYS)	11	4-7	8	8		Проверка домашнего задания
3.	Моделирование разрушения на основе методов зоны связности	11	8-9	4	4		Проверка домашнего задания
4.	Моделирование процесса разрушения и накопления повреждений с использованием метода гидродинамических сглаженных частиц	11	10-15	12	12		Проверка домашнего задания
5.	Особенности реализации распараллеливания при решении задач, учитывающих разрушение	11	16-18	6	6		
	Отчетность	11					зачет
	Всего			36	36	72	с зачетом
* ОБОЗНАЧЕНИЯ: Л – лекции, Конс – консультации, С – семинары, П – аудиторные практические занятия, Т – занятия в терминал-классе, ЛР – лабораторные работы, РГР – расчетно-графические работы, КР – контрольные работы, Колл – коллоквиумы, СР – самостоятельные работы, КСР – контроль самостоятельной работы, НИР – научно-исследовательская работа, Пр – практики, Курс – курсовое проектирование (курсовая работа), Труд – трудоемкость.							

В соответствии с Типовым положением о вузе к видам учебной работы отнесены: лекции, консультации, семинары, практические занятия, лабораторные работы, контрольные работы, коллоквиумы, самостоятельные работы, научно-исследовательская работа, практики, курсовое проектирование (курсовая работа). Высшее учебное заведение может устанавливать другие виды учебных занятий.

Содержание практических занятий (занятий в терминал-классе)

1. **Моделирование роста трещин в теле с использованием процедуры «рождения и умирания» элементов:** ознакомление с особенностями компьютерного моделирования процесса роста трещин на примере балки в условиях четырехточечного асимметричного нагружения. Основные принципы моделирования роста трещин в методе конечных элементов. Процедура «рождения и умирания» элементов. Влияние размера сетки на

моделирования процесса роста трещин. Особенности выбора способа определения направления роста трещины. Условия продвижения трещины. Условия статического и циклического нагружения. Проведение компьютерного моделирования с использованием КЭ системы (ANSYS)

2. Моделирования процесса накопления повреждений в композиционных материалах (с использованием блока CONCRETE системы ANSYS): ознакомление с особенностями моделирования процесса накопления повреждений в неоднородных (армированных) материалах, на примере мостовой балки из железобетона в условиях статического нагружения. Особенности континуальной механики повреждений при описании накопления повреждений в анизотропных материалах. Условия возникновения повреждений. Условия разрушения. Моделирование появления повреждения. Проведение компьютерного моделирования с использованием КЭ системы (ANSYS).

3. Моделирование разрушения слоистых композитов: ознакомление с особенностями моделирования процесса разрушения с использованием метода зоны связности. (Модель материала CZM в системе ANSYS). Случай мод 1 и 2. Случай смешанных мод. Учет пластичности материала. Модель Дагдейла. Проведение компьютерного моделирования с использованием КЭ системы (ANSYS).

4. Моделирование процесса разрушения и накопления повреждений с использованием метода дискретных элементов: Ознакомление с особенностями решения динамических задач в системах численного моделирования в рамках лагранжева подхода (ANSYS AUTODYN). Ознакомление с методом гидродинамических сглаженных частиц (SPH). Моделирование поведения вязкого и хрупкого материалов при динамическом разрушении с использованием моделей Johnson-Cook и Johnson-Holmquist на примере задачи о исследовании баллистического предела материала. Проведение компьютерного моделирования с использованием системы (ANSYS AUTODYN).

5. Особенности реализации распараллеливания при решении задач, учитывающих разрушение: Ознакомление с особенностями реализации распараллеливания задач механики разрушения на примере среды ANSYS, ANSYS/AUTODYN. Разбираются работы данных пакетов при параллельных вычислениях на базе платформы MPI. Указываются методы декомпозиции объектов по типу материала, области взаимодействия, области контактов при ручной и автоматической подготовке к параллельным вычислениям. Проведение компьютерного моделирования ряд задач, в которых используются новые алгоритмы организации вычислений.

5. Образовательные технологии

Активные и интерактивные формы, лабораторные работы по компьютерному моделированию механических процессов с использованием пакетов прикладных программ. В течение учебного года студенты выполняют лабораторные работы и сдают отчеты к каждому занятию.

(Указываются образовательные технологии, используемые при реализации различных видов учебной работы.

В соответствии с требованиями ФГОС ВПО по направлению подготовки (специальности) реализация компетентностного подхода должна предусматривать широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий (компьютерных симуляций, деловых и ролевых игр, разбор конкретных ситуаций, психологические и иные тренинги) в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся. В рамках учебных курсов должны быть предусмотрены встречи с представителями российских и зарубежных компаний, государственных и общественных организаций, мастер-классы экспертов и специалистов.

*Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определяется главной целью (миссией) программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием конкретных дисциплин, и в целом в учебном процессе они должны составлять не менее **30%** аудиторных занятий (определяется требованиями ФГОС с учетом специфики ООП). Занятия лекционного типа для соответствующих групп студентов не могут составлять более **50%** аудиторных занятий (определяется соответствующим ФГОС)).*

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Зачет оценивается по степени текущей успеваемости: количеству сданных отчетов по проведенным лабораторным работам. Промежуточный контроль знаний проводится по результатам выполнений заданий практикума.

(Приводятся виды самостоятельной работы обучающегося, порядок их выполнения и контроля, дается учебно-методическое обеспечение (возможно в виде ссылок) самостоятельной работы по отдельным разделам дисциплины. Указываются темы эссе, рефератов, курсовых работ и др. Приводятся контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.)

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

а) основная литература

1. Морозов Е.М., Никишков Г.П. Метод конечных элементов в механике разрушения. изд-ние 3-е. М.: УРСС книжный дом «Либроком», 2010. 256 с.
2. Кукуджанов В.Н. Компьютерное моделирование деформирования, повреждаемости и разрушения неупругих материалов и конструкций. Учебное пособие. М.: МФТИ, 2008. 215 с.
3. Кукуджанов В.Н. Численные методы в механике сплошных сред. Учебное пособие. М.: «МАТИ»-РГТУ, 2006. 158 с.

б) дополнительная литература

1. Encyclopedia of Computational Mechanics. V2 Solid and Structures/Eds. E. Stain etc. Wiley, 2004. 620 p.
2. Левин В.А. и др. Избранные нелинейные задачи механики разрушения. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004. 408 с.

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы При проведении занятий лабораторных работ требуется MS PowerPoint и FEA пакет ANSYS.

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Для проведения компьютерного эксперимента используется вычислительная техника имеющихся лабораторий.

(Указывается материально-техническое обеспечение данной дисциплины (модуля))

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО с учетом рекомендаций и ПрООП ВПО по направлению *((профилю), специальности (специализации))* «Механика и математическое моделирование».

Автор(ы)

к.ф.-м.н., Н.Н.Берендеев

Рецензент(ы)

Заведующий кафедрой теории упругости и пластичности

д.ф.-м.н., проф. А.К.Любимов

Программа одобрена на заседании Ученого совета механико-математического факультета от _____, протокол № _____.

(Наименование уполномоченного органа вуза (УМК, Ученый совет факультета))