МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по научной деятельности КФУ
проф. Д.К. Нургалиев
_____
«23» сентября 2015 г.

Программа дисциплины

Б1.В.ДВ Механика деформируемого твердого тела

Направление подготовки: 01.06.01 Математика и механика

Направленность (профиль) подготовки: 01.02.04 Механика деформируемого твердого тела

Квалификация выпускника «Исследователь. Преподаватель-исследователь»

Форма обучения: очная

Язык обучения: русский

Казань
2015

Аннотация

Настоящий курс ориентирован на аспирантов, обладающих фундаментальной подготовкой по математике и механике, которую дают на механико-математических факультетах (или аналогичных) ведущих университетах страны. Дисциплина основывается на знаниях, полученных при освоении дисциплин: Математический анализ; Алгебра; Дифференциальные уравнения; Уравнения математической физики; Общая физика; Теоретическая и прикладная механика; Основы МСС.

Знания и навыки, полученные при изучении курса МДТТ, используются аспирантами при написании диссертации.

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины (модуля) "Механика деформируемого твердого тела" являются освоение современного изложения в безындексной тензорной форме основных положений МСС. В первой части даются сведения о кинематике конечных деформаций и произвольных течений. При этом используются следующие группы тензоров: градиенты деформации и места, меры деформаций, тензоры искажения, логарифмические деформации, тензоры де-формации, тензор деформации скорости и вращения, пространственная мера скорости искажения и др. Выводятся соотношения связывающие эти тензоры между собой. Вторая часть посвящена построению балансовых уравнений в дифференциальной и вариационной формах. При этом используются различные способы описания движения: лагранжевая, эйлеровая и произвольная лагранжево-эйлеровая постановка. Выводятся вариационные уравнения принципа виртуальных перемещений и принципа виртуальных мощностей. Особое внимание уделяется построению сопряженных пар тензоров, описывающих кинематику деформирования и напряженное состояние. Дается классификация тензоров на классы инвариантных и индифферентных тензоров (материальных и пространственных тензоров), вводятся обобщенные производные Яуманна, Трусделла, Грина-Нагди, Ли. На примере одномерных моделей даются основы реологии и техники построения сложных моделей. Рассматриваются способы обобщения этих моделей на трехмерное НДС и конечные деформации.

2. Место дисциплины в структуре программы аспирантуры

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.В.ОД.7". Осваивается на 3 курсе, 1 семестр.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) в соответствии с ФГОС ВО программ подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре

Знать:

основы тензорного исчисления;

сущность различных тензорных мер деформаций и связи между ними;

знать различные постановки задач;

знать основные реологические модели простых и сложных сред;

понятие объективных производных тензоров напряжений;

Уметь:

составлять балансовые уравнения в исходной, актуальной и подвижной системах координат;

получать определяющие соотношения с учетом различных свойств материалов;

ориентироваться в различных формах вариационных уравнений виртуальных перемещений и виртуальных мощностей.

Владеть:

навыками тензорного исчисления;
навыками получения вариационных уравнений в различных постановках;
навыками получения определяющих соотношения.

Демонстрировать способность и готовность:

применять полученные знания на практике

В результате освоения дисциплины формируются компетенции:

Универсальные:

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);

готовностью участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач (УК-3).

Общепрофессиональные:

способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий (ОПК-1);

готовностью к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования (ОПК-2).

Профессиональные:

владение методами математического и алгоритмического моделирования на основе глубоких знаний фундаментальных математических дисциплин и компьютерных наук (ПК-1).

Профессиональные:

4. Структура и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц 108 часов.

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу аспирантов и трудоемкость (в часах)			Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа	
1.	Тема 1. Введение. Классификация нелинейных проблем. Основы тензорной алгебры, прямое тензорное исчисление.	5	1-2	4		0	
2.	Тема 2. Кинематика больших	5	3-5	6		18	презентация

	деформаций.						
3.	Тема 3. Кинематика течения среды. Материальные производные.	5	6-8	6		18	презентация
4.	Тема 4. Уравнения движения.	5	9-11	8		18	презентация
5.	Тема 5. Вариационные уравнения.	5	12-18	12		18	презентация контрольная работа
.	Итоговая форма контроля	5		0		0	экзамен
	Итого			36		72	

5. Образовательные технологии

Курсы лекций и семинарских занятий, организованные по стандартной технологии.

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

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА АСПИРАНТОВ (СРА) включает следующие виды работ:

Презентации и подготовка к контрольной работе.

Примерные вопросы к экзамену:

1. Актуальная и начальная конфигурации. Тензоры градиенты деформаций. Тензоры меры деформаций.
2. Тензоры искажений. Физический смысл мер деформаций. Инварианты мер деформаций.
3. Логарифмическая мера деформаций. Тензоры деформаций.
4. Относительное изменение объема. Соотношение Нансона.
5. Тензоры скоростей деформаций. Вектор скорости. Материальные производные тензоров, описывающих кинематику конечных деформаций.
6. Пространственный градиент скорости, тензор деформации скорости.
7. Пространственная мера скорости искажения. Деформации без поворота. Скорость изменения объема.
8. Тензор напряжений Коши-Эйлера. Законы сохранения (подход Лагранжа).
9. Законы сохранения (подход Эйлера).
10. Описание движения среды в подвижной области.
11. Уравнения сохранения (квази-Эйлеровая постановка).
12. Уравнения равновесия в отсчетной конфигурации.
13. Физический смысл тензоров напряжений Пиолы-Кирхгофа.
14. Уравнение виртуальных работ.
15. Закон сохранения механической энергии. Мощность внутренних сил.
16. Уравнение виртуальных мощностей.
17. Уравнение в скоростях напряжений.

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

основная литература:

Николаенко В.Л. Механика - М: Новое знание, 2011. - 636 с.
http://e.lanbook.com/view/book/2911/

Абакумов М. В. Гулин А. В. Лекции по численным методам математической физики: Учебное пособие. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 158 с.
http://znanium.com/bookread.php?book=364601

Покровский В.В. Механика. Методы решения задач: учебное пособие. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012 - 253 с.
http://e.lanbook.com/view/book/8713/

дополнительная литература:

Бахвалов Н.С., Жидков Н.П., Кобельков Г.М. Численные методы. - М.:БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. - 634 с.
http://e.lanbook.com/view/book/4397/

Андреев В. И, Горшков А. А. Варданян Г. С., Атаров Н. М. Сопротивление материалов с осн. теории упругости и пластич.: Учеб. - М.: ИНФРА-М, 2011. - 638 с.
http://znanium.com/bookread.php?book=256769

8. Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Интернет-портал систем автоматизации инженерных расчетов - http://www.cadfem-cis.ru/

Поисковая система - www.google.ru

Форум САПР-2000 - http://fsapr2000.ru/

Электронная библиотека - www.elibrary.ru

Электронная библиотека - www.sciencedirect.com

Электронная библиотека - www.scopus.com

Электронная библиотека - http://mech.math.msu.su

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Мультимедийная аудитория. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB,audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудованием имеет соответствующее лицензионное программное

обеспечение.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен аспирантам. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, УМК, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО аспирантуры (Приказ Минобрнауки РФ от 30.07.2014 № 866)

Автор: Султанов Л.У.
Рецензенты: Бережной Д.В.

Программа одобрена на заседании Учебно-методической комиссии Института математики и механики КФУ от 29 августа 2015 года, протокол № 11.