МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное учреждение
высшего профессионального образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт математики и механики им. Н.И. Лобачевского

УТВЕРЖДАЮ
Проректор
по образовательной деятельности КФУ
Проф. Миннарилов Р.Г.

Программа дисциплины

Программные системы инженерного анализа Б1.В.ДВ.5

Направление подготовки: 15.03.03 - Прикладная механика
Профиль подготовки: Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры
Квалификация выпускника: бакалавр
Форма обучения: очное
Язык обучения: русский

Автор(ы):
Кузнецов С.А. , Саченков О.А.
Рецензент(ы):
Бережной Д.В.

СОГЛАСОВАНО:
Заведующий(ая) кафедрой: Султанов Л. У.
Протокол заседания кафедры No ___ от "____" _____ 201__г
Учебно-методическая комиссия Института математики и механики им. Н.И. Лобачевского :
Протокол заседания УМК No ____ от "____" _____ 201__г

Регистрационный No 81722316

Казань
2016

Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. (с.н.с.) Кузнецов С.А. Кафедра теоретической механики отделение механики , Sergea.Kuznetsov@kpfu.ru ; ассистент, к.н. Саченков О.А. Кафедра теоретической механики отделение механики , OASachenkov@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины "Программные системы инженерного анализа" являются изучение пакетов прикладных программ, предназначенных для моделирования и проведения всестороннего анализа виртуальных компьютерных моделей динамики систем твердых тел, конечно-элементных прочностных расчетов задач механики твердого тела с различными физико-механическими свойствами материалов.

2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б1.В.ДВ.5 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 15.03.03 Прикладная механика и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 3 курсе, 5, 6 семестры.

Дисциплина относится к вариативной части профессионального цикла. Настоящий курс ориентирован на студентов, обладающих фундаментальной подготовкой по математике и механике, которую дают на механико-математических факультетах. Дисциплина основывается на знаниях, полученных при освоении дисциплин: Математический анализ; Алгебра; Дифференциальные уравнения; Уравнения математической физики; Общая физика; Теоретическая и прикладная механика; Основы МСС, Вычислительные методы МДТТ. Знания и навыки, полученные при изучении курса "Программные системы инженерного анализа", используются студентами при выполнении курсовых и дипломных работ.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-1 (профессиональные компетенции)	быть способным выявлять сущность научно-технических проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат
ПК-3 (профессиональные компетенции)	быть готовым выполнять расчетно-экспериментальные работы и решать научно-технические задачи в области прикладной механики на основе достижений техники и технологий, классических и технических теорий и методов, физико-механических, математических и компьютерных моделей, обладающих высокой степенью адекватности реальным процессам, машинам и конструкциям
ПК-4 (профессиональные компетенции)	быть готовым выполнять расчетно-экспериментальные работы в области прикладной механики с использованием современных вычислительных методов, высокопроизводительных вычислительных систем и наукоемких компьютерных технологий, широко распространенных в промышленности систем мирового уровня, и экспериментального оборудования для проведения механических испытаний

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

Знать современные пакеты инженерного анализа, их классификацию, область применения.

2. должен уметь:

формулировать постановку задачи; применять пакеты прикладных программ для компьютерного моделирования задачи; уметь анализировать результаты, полученные в ходе решения задачи.

3. должен владеть:

современными пакетами инженерного анализа

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных(ые) единиц(ы) 216 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины отсутствует в 5 семестре; экзамен в 6 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Обзор конечно-элементных пакетов, основные концепции и методики работы в них.	5	1-6	6	6	0	
2.	Тема 2. Моделирование геометрии в КЭ пакетах.	5	7-18	12	12	0	
3.	Тема 3. Построение сетки конечных элементов.	6	1-9	8	26	0	
4.	Тема 4. Построение расчетной схемы для решения задач.	6	9-18	8	26	0	
.	Тема . Итоговая форма контроля	6		0	0	0	экзамен
	Итого			34	70	0	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Обзор конечно-элементных пакетов, основные концепции и методики работы в них.

лекционное занятие (6 часа(ов)):

КЭ пакеты: Ansys, Nastran, NX Nastran. Введение, концепция КЭ пакетов. Интерфейс программы (препроцессор, процессор, постпроцессор). Задание имени файла и названия проекта. Задание единиц измерения. Типы систем координат. Глобальная, локальная, узловая и элементная системы координат.

практическое занятие (6 часа(ов)):

Создание рабочих файлов. Задание имени файла и названия проекта. Задание единиц измерения. Типы систем координат. Глобальная, локальная, узловая и элементная системы координат.

Тема 2. Моделирование геометрии в КЭ пакетах.

лекционное занятие (12 часа(ов)):

Моделирование геометрии. Построение модели "снизу вверх". Точка. Генерация точек. Линии: прямая, окружность, касательная к кривой, кубические сплайны. Поверхности. Построение по угловым точкам, по граничным линиям, протяжкой линии, вращением линии вокруг оси. Объемы. Построение по угловым точкам, по граничным поверхностям, протяжкой поверхности, вращением поверхности вокруг оси. Построение модели "сверху вниз". Примитивы. Импорт и экспорт геометрии.

практическое занятие (12 часа(ов)):

Построение геометрии "снизу вверх", "сверху вниз". Импорт и экспорт геометрии.

Тема 3. Построение сетки конечных элементов.

лекционное занятие (8 часа(ов)):

Построение сетки конечных элементов. Задание характеристик элементов. Задание размеров и формы элементов. Генерация свободной и ?правильной? сетки. Библиотека конечных элементов. Двумерные конечные элементы теории упругости. Двумерные конечные элементы пластин и оболочек. Трехмерные конечные элементы теории упругости. Трехмерные конечные элементы оболо-чек средней толщины. Приложение нагрузок, проведение вычис-лений и операции с результатами Выполнение типовых расчетов в среде комплекса ANSYS. Интерфейс с моделью материала. Запись и редактирование данных материала. Использование файлов библиотек материалов.

практическое занятие (26 часа(ов)):

Построение 1D, 2D, 3D сеток. Задание статические, кинематических граничных условий.

Тема 4. Построение расчетной схемы для решения задач.

лекционное занятие (8 часа(ов)):

Построение расчетной схемы для решения задач. Анализ напряженно-деформированного состояния пластины с отверстием в упругой постановке. Анализ напряженно-деформированного состояния пластины с отверстием с учетом пластического деформирования конструкционного материала. Анализ напряженно-деформированного состояния пластины с отверстием с учетом ползучести конструкционного материала. Решение задач двумерными и трехмерными конечными элементами. Сравнение результатов.

практическое занятие (26 часа(ов)):

Построение расчетных схем, решение задач на различных сетках, в различной постановке.

4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Обзор конечно-элементных пакетов, основные					

концепции и методики работы в них.

	5	1-6	решение задач	18	отчет

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
2.	Тема 2. Моделирование геометрии в КЭ пакетах.	5	7-18	контрольная работа	2	контрольная работа
				решение задач	16	отчет
3.	Тема 3. Построение сетки конечных элементов.	6	1-9	решение задач	15	отчет
4.	Тема 4. Построение расчетной схемы для решения задач.	6	9-18	контрольная работа	2	контрольная работа
				решение задач	14	отчет
	Итого				67	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Лекционные занятия проводятся в форме лекций с использованием презентаций. При чтении лекции используются приемы активизации внимания студентов: проблемность поставленной задачи, последовательные этапы ее решения, обратная связь с аудиторией, актуальность рассматриваемых вопросов, использование дидактического материала. Используются постоянные обращения к аудитории с запросом мнения студентов по конкретным вопросам. Создание условий для максимально самостоятельного выполнения практических занятий. Посещение и обзор научно-образовательных лабораторий.

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

Тема 1. Обзор конечно-элементных пакетов, основные концепции и методики работы в них.

отчет , примерные вопросы:

Создание проектного файла. Знание области применимости различных программных средств.

Тема 2. Моделирование геометрии в КЭ пакетах.

контрольная работа, примерные вопросы:

По заданному чертежу построить геометрию изделия в 3D

отчет , примерные вопросы:

Построение заданной геометрии различными методами.

Тема 3. Построение сетки конечных элементов.

отчет , примерные вопросы:

Построение сетки конечных элементов различного типа.

Тема 4. Построение расчетной схемы для решения задач.

контрольная работа, примерные вопросы:

Для заданной геометрии и нагружения построить КЭ дискретизацию, расчетную схему и получить результаты.

отчет , примерные вопросы:

Построение расчетной схемы. Анализ полученных результатов.

Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к экзамену:

Назовите критерии к геометрии для построения регулярной гексагональной сетки.

Определите степень свободы для указанной схемы.

Производится анализ динамического отклика с помощью метода конечных элементов. Решения были получены для временного интервала Dt. Как влияет временной интервал на точность решения?

Прогиб балки v может быть вычислен с помощью теории упругости и конечно-элементным анализом. Выберите лучшую сетку для конечно-элементного анализа.

Какие граничные условия соответствуют чистому изгибу?

Возможно ои использовать "длинные" элементы (b/a > 2)?

Представлена плоскостная 8-узловая конечно-элементная модель. Какова деформированная форма балки?

Пример контрольных заданий:

1 семестр

1) Дан сборочный чертеж шатунный группы, а также рабочие чертежи изделий. Постройте 3D геометрию

2) Дан сборочный чертеж редуктора, а также рабочие чертежи изделий. Постройте 3D геометрию

2 семестр

3) Дана геометрия кронштейна, известны места его крепления и область на которую действует нагрузка, дана сама нагрузка, проведите расчет на прочность.

4) Дана геометрия вала редуктора, даны силы в зацеплении. Проведите расчет на прочность и жесткость вала. Оцените прочность шпоночного соединения.

7.1. Основная литература:

1. Даугавет, И. К. Теория приближенных методов. Линейные уравнения. ? 2-е изд., перераб. и доп. СПб.: БХВ-Петербург, 2006. ? 288 с.: ил. - ISBN 5-94157-737-0, http://znanium.com/bookread.php?book=349979

2. Калиткин, Н. Н. Численные методы: учеб. пособие / Н. Н. Калиткин. ? 2-е изд., исправленное. СПб.: БХВ-Петербург, 2011. ? 586 с.: ил. (Учебная литература для вузов). - ISBN 978-5-9775-0500-0, http://znanium.com/bookread.php?book=350803

3. Численные методы и программирование: Учебное пособие / В.Д. Колдаев; Под ред. Л.Г. Гагариной. - М.: ИД ФОРУМ: НИЦ Инфра-М, 2013. - 336 с.: ил.; 60x90 1/16. - (Профессиональное образование). (переплет) ISBN 978-5-8199-0333-9, http://znanium.com/bookread.php?book=370603

7.2. Дополнительная литература:

1. Численные методы. Курс лекций : Учебное пособие/ Срочко В.А. - СПб.: Издательство "Лань", 2010. - 208 с. ISBN 978-5-8114-1014-9 http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=378

2. Киреев, Владимир Иванович. Численные методы в примерах и задачах: учеб. пособие для студ. техн. вузов / В. И. Киреев, А. В. Пантелеев.?3-е изд., стер..?М.: Высш. шк., 2008.?480 с.

7.3. Интернет-ресурсы:

Инженерный форум - http://forum.lavteam.net/index.php?showforum=93

Форму машиностроителей - http://forum.i-mash.ru/forum_49

Форум для конструкторов и проектировщиков - http://cccp3d.ru/topic/26137-forum-dlia-konstruktorov-i-proektirovschikov/

Форум конструкторов. Проектирование новых узлов и машин - http://exkavator.ru/other/board/forumdisplay.php?f=100

Форум по деталям машин и механизмов - http://cccp3d.ru/forum/144-detali-mashin-i-mekhanizmov/

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Программные системы инженерного анализа" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. 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.

Компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 15 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, стул, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети КФУ и находятся в едином домене.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе " БиблиоРоссика", доступ к которой предоставлен студентам. В ЭБС " БиблиоРоссика " представлены коллекции актуальной научной и учебной литературы по гуманитарным наукам, включающие в себя публикации ведущих российских издательств гуманитарной литературы, издания на английском языке ведущих американских и европейских издательств, а также редкие и малотиражные издания российских региональных вузов. ЭБС "БиблиоРоссика" обеспечивает широкий законный доступ к необходимым для образовательного процесса изданиям с использованием инновационных технологий и соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен студентам. 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.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань" , доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Учебные аудитории для проведения лекционных и практических занятий.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 15.03.03 "Прикладная механика" и профилю подготовки Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры .

Автор(ы):
Кузнецов С.А. _____
Саченков О.А. _____
"__" _____ 201 __ г.

Рецензент(ы):
Бережной Д.В. _____
"__" _____ 201 __ г.