

2019

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
(ВлГУ)



по учебно-методической работе

А.А. Панфилов

« 14 » 01 2016 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Инженерный анализ в машиностроении»

Направление подготовки: 28.03.02 Наноинженерия

Профиль/программа подготовки

Уровень высшего образования: бакалавриат

Форма обучения: очная

Семестр	Трудоем- кость зач. ед, час.	Лек- ций, час.	Практич. занятий, час.	Лаборат. работ, час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экз./зачет)
5	4, 144	18	-	36	90	зачет с оценкой
6	6, 216	18	-	18	135	экзамен (45ч)
Итого	10, 360	36	-	54	225	зачет с оценкой, экзамен (45ч)

Владимир, 2016

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины «Инженерный анализ в машиностроении» направлено на достижение следующих целей ОПОП 28.03.02 «Наноинженерия»:

Код цели	Формулировка цели
Ц1	Подготовка выпускников к <i>научно-исследовательской и инновационной деятельности</i> в области нанотехнологий и нанодиагностики, в том числе междисциплинарных областях, связанных с выбором необходимых методов исследования, модифицирования существующих и разработки новых технологий исходя из задач конкретного исследования.

Целями освоения дисциплины «Инженерный анализ в машиностроении» являются:

- обучение студентов основам разработки алгоритмов для решения научно-технических и производственных задач;
- формирование современных знаний по общим закономерностям и тенденциям развития автоматизированных производств и навыков использования современных программных пакетов для конструкторско-технологической подготовки производства и автоматизации инженерного труда;
- ознакомление с научными подходами к моделированию объектов и процессов на базе конечно-элементного анализа;
- освоение теории и методов конечно-элементного анализа, позволяющих строить модели объектов, систем и процессов и судить об их адекватности;
- ознакомление студентов с алгоритмами решения инженерных задач механики сплошных сред методами компьютерного моделирования с помощью пакетов прикладных программ, реализующих метод конечно-элементного анализа.
- формирование у студентов навыков разработки конечно-элементных моделей, исследования этих моделей и обработки результатов таких исследований;
- воспитание ответственности за продукт своих разработок.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Инженерный анализ в машиностроении» относится к дисциплинам по выбору вариативной части (Б1.В.ДВ.7).

Для успешного изучения дисциплины «Инженерный анализ в машиностроении» студенты должны быть знакомы с основными положениями курсов «Высшая математика», «Прикладная механика», «Инженерная и компьютерная графика».

Дисциплина «Инженерный анализ в машиностроении» является частью блока дисциплин посвященных методам математического моделирования и теоретическому изучению свойств и поведения объектов, систем и процессов машиностроения.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

После изучения данной дисциплины студент приобретает знания, умения и опыт, соответствующие результатам ОПОП направления 28.03.02:

Р1, Р4 (расшифровка результатов обучения приводится в ОПОП направления 28.03.02).

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты обучения, согласующиеся с формируемым компетенциям ОПОП:

способность в составе коллектива участвовать в разработке макетов изделий и их модулей, разрабатывать программные средства, применять контрольно- измерительную аппаратуру для определения технических характеристик макетов (ПК-1);

знать методы разработки конструкторско-технологического обеспечения машиностроительного производства на основе современных методов, средств и технологий проектирования;

уметь выбрать методы, средства и технологии для конструкторско-технологического обеспечения машиностроительных производств, их элементов, применять физико-математические методы при моделировании задач в области машиностроительных производств и их конструкторско-технологического обеспечения;

владеть современными средствами проектирования, навыками применения стандартных программных средств в области конструкторско-технологического обеспечения машиностроительных производств.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5 семестр: общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 часа.

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)						Объем учебной работы, с применением интерактивных методов (в часах / %)	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	СРС	кп / кр		
1	Раздел 1	5									
1.1	Обзор и возможности современных САЕ-систем. Использование САЕ-систем для моделирования процессов и решения прикладных инженерно-технических задач. Типы конечных элементов и их полиномы. Функции формы для различных типов конечных элементов. Основные принципы создания конечно-элементных моделей.		1	2				10		1/50%	Рейтинг-контроль №1
1.2	Типы конечных элементов и их полиномы. Функции формы для различных типов конечных элементов.		3	2				10		1/50%	
1.3	Основные принципы создания конечно-элементных моделей.		5	2				10		1/50%	
2	Раздел 2										
2.1	Закон теплопроводности Фурье. Дифференциальное уравнение теплопроводности		7	2		6		10		4/50%	Рейтинг-контроль №2
2.2	Вариационная постановка задачи		9	2		6		10		4/50%	

	теплопроводности. Решение задачи теплопроводности методом конечных элементов.									
2.3	Решение стационарной и нестационарной задач теплопроводности методом конечных элементов с использованием современных САЕ-систем.	11	2		6		10		4/50%	
3	Раздел 3									
3.1	Вариационная постановка задачи термоупругости. Решение задачи термоупругости методом конечных элементов.	13	2		6		10		4/50%	Рейтинг-контроль №3
3.2	Решение задачи термоупругости методом конечных элементов с использованием современных САЕ-систем.	15	2		6		10		4/50%	
3.3	Механика контактного взаимодействия деформируемых тел. Особенности решения контактной задачи термоупругости методом конечных элементов. Виды контактного взаимодействия. Обеспечение сходимости вычислительного процесса.	17	2		6		10		4/50%	
ИТОГО			18		36		90		27/50%	Зачет с оценкой

6 семестр: общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 часов.

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)						Объем учебной работы, с применением интерактивных методов (в часах / %)	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	СРС	кп / кр		
1	Раздел 1	6									
1.1	Решение задачи упруго-пластического деформирования методом конечных элементов. Деформационная теория пластичности. Теория течения.		1	2		2		15		2/50%	Рейтинг-контроль №1
1.2	Особенности решения задач контактного взаимодействия при наличии наноструктурированных покрытий на поверхностях контакта.		3	2		2		15		2/50%	
1.3	Моделирование теплопередачи при наличии наноструктурированных покрытий		5	2		2		15		2/50%	
2	Раздел 2.										
2.1	Использование современных САЕ-систем при модальном и гармоническом анализе конструкций		7	2		2		15		2/50%	Рейтинг-контроль №2
2.2	Решение задачи нелинейной упругости методом конечных элементов. Расчет больших деформаций гиперупругих тел.		9	2		2		15		2/50%	
2.3	Расчет больших упругопластических деформаций методом конечных элементов.		11	2		2		15		2/50%	
3	Раздел 3.										
3.1	Использование современных САЕ-систем при решении задач гидромеханики, газовой динамики. Особенности решения при ламинарном и		13	2		2		15		2/50%	Рейтинг-контроль №3

	турбулентном течении жидкости.										
3. 2	Использование современных САЕ-систем при решении задач гидродинамики течений со свободными границами		15	2		2		15		2/50%	
3. 3	Использование современных САЕ-систем при решении задач обтекания тел потоком жидкости или газа.		17	2		2		15		2/50%	
ИТОГО				18		18		13 5		18/50%	Экзамен (45ч)

Лабораторный практикум

Лабораторный практикум является персональной аудиторной работой. Целью лабораторного практикума является приобретение практических навыков и инструментальных компетенций в области постановки и решения задач моделирования процессов машиностроения. Перед проведением лабораторных занятий студенты должны освоить требуемый теоретический материал и процедуры выполнения лабораторной работы по выданным им предварительно учебным и методическим материалам.

5 семестр

Темы лабораторных работ

№ пп	Цели лабораторного практикума	Наименование лабораторных работ
1.	Раздел 1. Цель: Приобретение навыков создания моделей в CAD\CAE - комплексах	1. Алгоритм разработки расчетных моделей в CAD\CAE – комплексах, критерии оценки качества конечно-элементной модели. (4 часа)
2.	Раздел 2. Цель: Приобретение навыков разработки моделей для решения задач теплопроводности в САЕ - комплексах	1. Расчет температурного поля конструкции в условиях изотермического теплообмена на основе решения стационарной задач теплопроводности методом конечных элементов. (4 часа) 2. Расчет изменения температурного поля конструкции в условиях неизотермического теплообмена на основе решения нестационарной задач теплопроводности методом конечных элементов. (6 часов)
3.	Раздел 3. Цель: Приобретение навыков разработки моделей для решения задач термоупругости в САЕ - комплексах.	1. Расчет изменения напряженно-деформированного состояния конструкции в условиях неизотермического теплообмена на основе результатов решения нестационарной задач теплопроводности методом конечных элементов. (6 часов) 2. Расчет напряженно-деформированного состояния конструкции при нелинейной постановке задачи методом конечных элементов. (8 часов) 3. Расчет напряженно-деформированного состояния конструкции в условиях контактного взаимодействия методом

	конечных элементов при различных видах контакта. (8 часов)
--	--

6 семестр
Темы лабораторных работ

№ пп	Цели лабораторного практикума	Наименование лабораторных работ
1.	Раздел 1. Цель: Приобретение навыков создания расчетных моделей для решения задач нелинейного конструкционного анализа методом конечных элементов с использованием современных САЕ-систем. Приобретение навыков создания моделей наноструктурированных объектов,	1. Моделирование контактного взаимодействия при наличии наноструктурированных покрытий на поверхностях контакта. 2. Моделирование стационарных и нестационарных процессов теплопередачи для объектов с многослойной структурой. 3. Моделирование упруго-пластического состояния образца с нанокompозитным покрытием при внедрении индентора.
2.	Раздел 2. Цель: Приобретение навыков моделирования объектов с нелинейными физико-механическими характеристиками	1. Определение собственных частот и форм свободных колебаний конструкций методом конечных элементов. 2. Моделирование больших деформаций гиперупругих тел методом конечных элементов. 3. Моделирование больших упругопластических деформаций методом конечных элементов.
3.	Раздел 3. Цель: Приобретение навыков создания расчетных моделей для решения задач механики жидкости и газа методом конечных элементов с использованием современных САЕ-систем.	1. Решение задачи динамики движения жидкости в канале переменного сечения методом конечных элементов в условиях ламинарного и турбулентного потоков. 2. Решение задачи гидродинамики течений со свободными границами методом конечных элементов. 3. Решение задачи обтекания тела потоком вязкого газа методом конечных элементов.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Ориентация на тактические образовательные технологии, являющиеся конкретным способом достижения целей образования в рамках намеченной стратегической технологии. При чтении лекций используется метод проблемного изложения с использованием интерактивной формы проведения занятия. При проведении лабораторных работ используются поисковый и исследовательский методы, в том числе, case study.

Ниже приводится описание образовательных технологий, обеспечивающих достижение планируемых результатов освоения дисциплины. Специфика сочетания методов и форм организации обучения отражается в матрице (см. табл). Перечень методов обучения и форм организации обучения может быть расширен.

Методы и формы организации обучения (ФОО)

	ФОО			
		Лекции	Лабораторные работы	СРС
Методы				
IT-методы				

Работа в команде		+	+
Case study		+	
Игра			
Методы проблемного обучения.	+		
Обучение на основе опыта	+	+	
Опережающая самостоятельная работа			+
Проектный метод			
Поисковый метод		+	+
Исследовательский метод		+	+
Другие методы			

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

5 семестр

Вопросы к рейтинг-контролю №1

1. Основная концепция метода конечных элементов. Основные преимущества и недостатки.
2. Дискретизация расчетной области конечными элементами, критерии оценки качества конечно-элементной модели.
3. Действия над матрицами (сложение, умножение, транспонирование и т.д.).
4. Дифференцирование матричных соотношений.
5. Матричная форма записи тензорных величин.
6. Методы решения линейных систем
7. Треугольные, ленточные и клеточные матрицы.
8. Системы линейных алгебраических уравнений. Линейные системы с разреженной матрицей.
9. Свойства разреженных матриц.
10. Локальная аппроксимация.
11. Виды конечных элементов.
12. Интерполяционный полином и функции формы одномерного двухузлового конечного элемента.
13. Интерполяционный полином и функции формы двумерного трехузлового конечного элемента.
14. Интерполяционный полином и функции формы двумерного четырехузлового конечного элемента.
15. Понятие L- координат.

Вопросы к рейтинг-контролю №2

1. Интерполяционный полином и функции формы трехмерного четырехузлового конечного элемента.
2. Изопараметрические конечные элементы и их полиномы.
3. Дифференциальное уравнение теплопроводности
4. Теплообмен излучением. Закон Кирхгофа.
5. Теплообмен излучением. Закон Ламберта.
6. Теплообмен излучением. Закон Планка.
7. Теплообмен излучением. Закон Вина.
8. Теплообмен излучением. Закон Стефана – Больцмана.

9. Теплообмен излучением. Поверхностная плотность потока излучения, спектральная плотность потока излучения, угловая плотность потока излучения, интенсивность излучения.
10. Коэффициент черноты, виды лучистых потоков.
11. Решение уравнения теплопроводности для многослойной плоской стенки с граничными условиями 1 – го рода при стационарном режиме. Термическое сопротивление слоя.
12. Решение уравнения теплопроводности для многослойной плоской стенки с граничными условиями 2 – го рода при стационарном режиме. Термическое сопротивление слоя.
13. Решение уравнения теплопроводности для многослойной плоской стенки с граничными условиями 3 – го рода при стационарном режиме. Термическое сопротивление слоя.
14. Дифференциальное уравнение конвективного теплообмена.
15. Закон Фурье, дать определение коэффициенту теплопроводности, температурному полю, температурному градиенту.

Вопросы к рейтинг-контролю №3

1. Вариационная постановка задачи теплопроводности и ее численная реализация методом конечных элементов.
2. Расчетные схемы при моделировании контактного взаимодействия тел в рамках решения задач теплопроводности методом конечных элементов.
3. Граничные условия теплообмена.
4. Моделирование процесса теплопередачи при конвективном теплообмене.
5. Моделирование процесса теплопередачи при теплообмене излучением.
6. Использование внутренних источников теплоты при моделировании процесса теплопередачи.
7. Понятие и постановка краевой задачи в механике твердого деформируемого тела
8. Вариационная постановка задачи теории упругости и ее численная реализация методом конечных элементов.
9. Матрица жесткости, матрица деформаций, вектор узловых перемещений одномерного двухузлового конечного элемента.
10. Матрица жесткости, матрица деформаций, вектор узловых перемещений двумерного трехузлового конечного элемента.
11. Конечно-элементная схема решения задачи термоупругости.
12. Кинематические граничные условия при решении контактных задач методом конечных элементов и их влияние на точность результатов.
13. Алгоритм численного решения контактных задач методом конечных элементов.
14. Алгоритм численного решения контактных задач методом конечных элементов при подвижном контакте с трением.
15. Алгоритм численного решения контактных задач методом конечных элементов при соединениях с натягом.

Вопросы к зачету с оценкой

1. Основная концепция метода конечных элементов. Основные преимущества и недостатки.
2. Дискретизация расчетной области конечными элементами, критерии оценки качества конечно-элементной модели.
3. Действия над матрицами (сложение, умножение, транспонирование и т.д.).
4. Дифференцирование матричных соотношений.
5. Матричная форма записи тензорных величин.
6. Методы решения линейных систем

7. Треугольные, ленточные и клеточные матрицы.
8. Системы линейных алгебраических уравнений. Линейные системы с разреженной матрицей.
9. Свойства разреженных матриц.
10. Локальная аппроксимация.
11. Виды конечных элементов.
12. Интерполяционный полином и функции формы одномерного двухузлового конечного элемента.
13. Интерполяционный полином и функции формы двумерного трехузлового конечного элемента.
14. Интерполяционный полином и функции формы двумерного четырехузлового конечного элемента.
15. Понятие L- координат.
16. Интерполяционный полином и функции формы трехмерного четырехузлового конечного элемента.
17. Изопараметрические конечные элементы и их полиномы.
18. Дифференциальное уравнение теплопроводности
19. Теплообмен излучением. Закон Кирхгофа.
20. Теплообмен излучением. Закон Ламберта.
21. Теплообмен излучением. Закон Планка.
22. Теплообмен излучением. Закон Вина.
23. Теплообмен излучением. Закон Стефана – Больцмана.
24. Теплообмен излучением. Поверхностная плотность потока излучения, спектральная плотность потока излучения, угловая плотность потока излучения, интенсивность излучения.
25. Коэффициент черноты, виды лучистых потоков.
26. Решение уравнения теплопроводности для многослойной плоской стенки с граничными условиями 1 – го рода при стационарном режиме. Термическое сопротивление слоя.
27. Решение уравнения теплопроводности для многослойной плоской стенки с граничными условиями 2 – го рода при стационарном режиме. Термическое сопротивление слоя.
28. Решение уравнения теплопроводности для многослойной плоской стенки с граничными условиями 3 – го рода при стационарном режиме. Термическое сопротивление слоя.
29. Дифференциальное уравнение конвективного теплообмена.
30. Закон Фурье, дать определение коэффициенту теплопроводности, температурному полю, температурному градиенту.
31. Вариационная постановка задачи теплопроводности и ее численная реализация методом конечных элементов.
32. Расчетные схемы при моделировании контактного взаимодействия тел в рамках решения задач теплопроводности методом конечных элементов.
33. Граничные условия теплообмена.
34. Моделирование процесса теплопередачи при конвективном теплообмене.
35. Моделирование процесса теплопередачи при теплообмене излучением.
36. Использование внутренних источников теплоты при моделировании процесса теплопередачи.
37. Понятие и постановка краевой задачи в механике твердого деформируемого тела
38. Вариационная постановка задачи теории упругости и ее численная реализация методом конечных элементов.
39. Матрица жесткости, матрица деформаций, вектор узловых перемещений одномерного двухузлового конечного элемента.

40. Матрица жесткости, матрица деформаций, вектор узловых перемещений двумерного трехузлового конечного элемента.
41. Конечно-элементная схема решения задачи термоупругости.

6 семестр

Вопросы к рейтинг-контролю №1

1. Алгоритм численного решения контактных задач методом конечных элементов при температурных деформациях (в условиях возможного размыкания контакта).
2. Модели упругопластического деформирования, используемые в конечно-элементном прочностном анализе, области применения.
3. Деформационная теория пластичности, ее реализация при конечно-элементном прочностном анализе.
4. Теория течения, ее реализация при конечно-элементном прочностном анализе.
5. Особенности решения задач термопластичности при конечно-элементном прочностном анализе.
6. Конечно-элементная схема решения задачи термоупругости
7. Кинематические граничные условия и их влияние на точность результатов.
8. Модели упругопластического деформирования, области применения.
9. Деформационная теория пластичности, область ее применения, реализация в рамках конечно-элементного прочностного анализа.
10. Теория течения, область ее применения, реализация в рамках конечно-элементного прочностного анализа.
11. Законы упрочнения при моделировании процессов пластического деформирования материалов.
12. Условия начала текучести при моделировании процессов пластического деформирования материалов.
13. Схематизация для описания пластических течений профессора Гуна Г.Я.
14. Описание движения деформируемой сплошной среды методом Эйлера.
15. Описание движения деформируемой сплошной среды методом Лагранжа.

Вопросы к рейтинг-контролю №2

1. Описание движения деформируемой сплошной среды методом Эйлера - Лагранжа.
2. Критерии разрушения для вязких материалов.
3. Критерии разрушения для хрупких материалов.
4. Алгоритм решения МКЭ процессов формоизменения и разрушения.
5. Моделирование процессов деформирования гиперупругих материалов. Модель Муни-Ривлина
6. Моделирование процессов деформирования гиперупругих материалов. Модель Йо.
7. Моделирование процессов деформирования гиперупругих материалов с памятью формы. Модель Ауриччио.
8. Расчетные схемы при решении задач модального анализа методом конечных элементов.
9. Расчетные схемы при решении задач гармонического анализа методом конечных элементов.
10. Повышение эффективности вычислительных алгоритмов конечно-элементного анализа. Технология распараллеливания решателей.
11. Возможности современных САЕ-комплексов по решению задач нестационарной нелинейной динамики.
12. Возможности современных САЕ-комплексов по решению задач механики разрушения

13. Методы дискретизации уравнений движения вязкой жидкости и граничных условий.
14. Модель вязкой жидкости. Линейно-вязкая (ньютоновская) жидкость. Уравнения Навье-Стокса.
15. Системы уравнений для вязкой несжимаемой жидкости. Начальные и граничные условия.

Вопросы к рейтинг-контролю №3

1. Системы уравнений для вязкой сжимаемой жидкости. Начальные и граничные условия.
2. Моделирование ламинарного движения несжимаемой вязкой жидкости
3. Моделирование турбулентного движения несжимаемой вязкой жидкости
4. Основные модели турбулентности в CFD пакетах
5. Диссипация энергии в вязкой теплопроводной жидкости.
6. Моделирование обтекания тела потоком вязкой несжимаемой жидкости.
7. Моделирование внешнего сжимаемого течения.
8. Моделирование периодического течения и теплопереноса (пример решения задачи расчета решетки теплообменника).
9. Моделирование течений со свободными границами.
10. Дискретизация расчетных областей. Методы и алгоритмы дискретизации
11. Расчетная схема при решении задач гидродинамики методом конечных элементов для течений с открытыми границами.
12. Расчетная схема при решении задач гидродинамики методом конечных элементов при обтекании тел потоком несжимаемой жидкости.
13. Расчетная схема при решении задач гидродинамики методом конечных элементов, особенности моделирования ламинарных и турбулентных потоков.
14. Особенности использования динамических сеток в задачах вычислительной гидродинамики.
15. Особенности решения сопряженных задач тепломассообмена методом конечных элементов

Вопросы к экзамену

1. Кинематические граничные условия при решении контактных задач методом конечных элементов и их влияние на точность результатов.
2. Алгоритм численного решения контактных задач методом конечных элементов.
3. Алгоритм численного решения контактных задач методом конечных элементов при подвижном контакте с трением.
4. Алгоритм численного решения контактных задач методом конечных элементов при соединениях с натягом.
5. Алгоритм численного решения контактных задач методом конечных элементов при температурных деформациях (в условиях возможного размыкания контакта).
6. Модели упругопластического деформирования, используемые в конечно-элементном прочностном анализе, области применения.
7. Деформационная теория пластичности, ее реализация при конечно-элементном прочностном анализе.
8. Теория течения, ее реализация при конечно-элементном прочностном анализе.
9. Особенности решения задач термопластичности при конечно-элементном прочностном анализе.
10. Конечно-элементная схема решения задачи термоупругости
11. Кинематические граничные условия и их влияние на точность результатов.
12. Модели упругопластического деформирования, области применения.
13. Деформационная теория пластичности, область ее применения, реализация в рамках конечно-элементного прочностного анализа.

14. Теория течения, область ее применения, реализация в рамках конечно-элементного прочностного анализа.
15. Законы упрочнения при моделировании процессов пластического деформирования материалов.
16. Условия начала текучести при моделировании процессов пластического деформирования материалов.
17. Схематизация для описания пластических течений профессора Гуна Г.Я.
18. Описание движения деформируемой сплошной среды методом Эйлера.
19. Описание движения деформируемой сплошной среды методом Лагранжа.
20. Описание движения деформируемой сплошной среды методом Эйлера - Лагранжа.
21. Критерии разрушения для вязких материалов.
22. Критерии разрушения для хрупких материалов.
23. Алгоритм решения МКЭ процессов формоизменения и разрушения.
24. Моделирование процессов деформирования гиперупругих материалов. Модель Муни-Ривлина
25. Моделирование процессов деформирования гиперупругих материалов. Модель Йо.
26. Моделирование процессов деформирования гиперупругих материалов с памятью формы. Модель Ауриччио.
27. Расчетные схемы при решении задач модального анализа методом конечных элементов.
28. Расчетные схемы при решении задач гармонического анализа методом конечных элементов.
29. Повышение эффективности вычислительных алгоритмов конечно-элементного анализа. Технология распараллеливания решателей.
30. Возможности современных САЕ-комплексов по решению задач нестационарной нелинейной динамики.
31. Возможности современных САЕ-комплексов по решению задач механики разрушения
32. Методы дискретизации уравнений движения вязкой жидкости и граничных условий.
33. Модель вязкой жидкости. Линейно-вязкая (ньютоновская) жидкость. Уравнения Навье-Стокса.
34. Системы уравнений для вязкой несжимаемой жидкости. Начальные и граничные условия.
35. Системы уравнений для вязкой сжимаемой жидкости. Начальные и граничные условия.
36. Моделирование ламинарного движения несжимаемой вязкой жидкости
37. Моделирование турбулентного движения несжимаемой вязкой жидкости
38. Основные модели турбулентности в CFD пакетах
39. Диссипация энергии в вязкой теплопроводной жидкости.
40. Моделирование обтекания тела потоком вязкой несжимаемой жидкости.
41. Моделирование внешнего сжимаемого течения.
42. Моделирование периодического течения и теплопереноса (пример решения задачи расчета решетки теплообменника).
43. Моделирование течений со свободными границами.
44. Дискретизация расчетных областей. Методы и алгоритмы дискретизации
45. Расчетная схема при решении задач гидродинамики методом конечных элементов для течений с открытыми границами.
46. Расчетная схема при решении задач гидродинамики методом конечных элементов при обтекании тел потоком несжимаемой жидкости.
47. Расчетная схема при решении задач гидродинамики методом конечных элементов, особенности моделирования ламинарных и турбулентных потоков.

48. Особенности использования динамических сеток в задачах вычислительной гидродинамики.
49. Особенности решения сопряженных задач тепломассообмена методом конечных элементов

Самостоятельная работа студентов

Перечень научных проблем и направлений научных исследований:

- Методы решения задач механики разрушения методом конечных элементов, реализованные в современных САЕ - системах;
- Методы решения задач механики сплошных сред с подвижными границами методом конечных элементов, реализованные в современных САЕ - системах;

Темы индивидуальных заданий:

Проектирование 3D сборки и проведение термомеханического анализа с использованием современных САЕ - систем.

Темы, выносимые на самостоятельную проработку:

- Расчет больших деформаций методом конечных элементов в современных САЕ - системах;
- Решение сопряженных задач методом конечных элементов в современных САЕ – системах.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) основная литература (библиотечная система ВлГУ):

1. Интерфейс и генерирование сетки в ANSYS Workbench [Электронный ресурс]: Учеб. пособие по курсу "Геометрическое моделирование в САПР" / Е.Ю. Верхогуркин, В.Н. Пащенко, В.Б. Пясецкий. - М.: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2013. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785703836910.html>.
2. Гоц А.Н. Численные методы расчета в энергомашиностроении: учебное пособие: в 2 ч. / А.Н. Гоц; Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых (ВлГУ). — Изд. 2-е, испр. и доп. — Владимир: Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых (ВлГУ), 2012-2013. — ISBN 978-5-9984-0307-1. Ч. 1: Ч. 1 [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов по специальности 140501 - "Двигатели внутреннего сгорания", направления 140500 - "Энергомашиностроение". — Электронные текстовые данные (1 файл: 1,43 Мб). — 2012. — 151 с.: ил., табл. — Заглавие с титула экрана. — Электронная версия печатной публикации. — Библиогр.: с. 149-150. — Свободный доступ в электронных читальных залах библиотеки. — Adobe Acrobat Reader. — ISBN 978-5-9984-0199-2. — <URL:<http://e.lib.vlsu.ru/bitstream/123456789/2787/1/00289.pdf>>.
3. Гоц А.Н. Численные методы расчета в энергомашиностроении: учебное пособие: в 2 ч. / А.Н. Гоц; Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых (ВлГУ). — Изд. 2-е, испр. и доп. — Владимир: Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых (ВлГУ), 2012-2013. — ISBN 978-5-9984-0307-1. Ч. 2: Ч. 2 [Электронный ресурс]: учебного пособия для вузов по направлению подготовки 141100 – «Энергетическое машиностроение», профиль «Двигатели внутреннего сгорания». — Электронные текстовые данные (1 файл: 1,46 Мб). — 2013. — 182 с.: ил., табл. — Заглавие с титула экрана. — Электронная версия печатной публикации. — Библиогр.: с. 180-181. — Свободный доступ в электронных читальных залах библиотеки. — Adobe Acrobat Reader. — ISBN 978-5-9984-0318-7. — <URL:<http://e.lib.vlsu.ru/bitstream/123456789/2272/1/01021.pdf>>.

4. Шаманин А.Ю. Расчеты конструкций методом конечных элементов в ANSYS [Электронный ресурс]: методические рекомендации / Шаманин А.Ю. — Электрон. текстовые данные. — М.: Московская государственная академия водного транспорта, 2012. — 72 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/47951>. — ЭБС «IPRbooks», по паролю.
5. Решение задач теории упругости методом конечных элементов [Электронный ресурс]: Учеб. пособие / А.В. Котович, И.В. Станкевич. - М.: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2012. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785703835678.html>.

б) дополнительная литература (библиотечная система ВлГУ):

1. Румянцев А.В. Метод конечных элементов в задачах теплопроводности [Электронный ресурс]: учебное пособие / Румянцев А.В. — Электрон. текстовые данные. — Калининград: Балтийский федеральный университет им. Иммануила Канта, 2011. — 113 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/23800>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю.
2. Присекин В.Л. Основы метода конечных элементов в механике деформируемых тел [Электронный ресурс]: учебник/ Присекин В.Л., Расторгуев Г.И. — Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2010. — 238 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45417>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю.
3. Маковкин Г.А. Применение МКЭ к решению задач механики деформируемого твердого тела. Часть 1 [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Маковкин Г.А., Лихачева С.Ю. — Электрон. текстовые данные. — Нижний Новгород: Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2012. — 71 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16043>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю.
4. Решение задач механики сплошной среды в программном комплексе ANSYS[Электронный ресурс]: Метод. указания / М.В. Мурашов. С.Д. Панин. - М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009. - http://www.studentlibrary.ru/book/bauman_0343.html.
5. ANSYS и LMS Virtual Lab. Геометрическое моделирование [Электронный ресурс] / Басов К.А. - М.: ДМК Пресс, 2009. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5940743013.html>.

в) периодические издания:

1. Журнал «CADFEM REVIEW» / Научно-технический журнал от компании КАД-ФЕМ.
2. Журнал «ANSYS Advantage. Русская редакция»/ Инженерно-технический журнал, официальное печатное издание компании ANSYS, Inc.

г) Internet–ресурсы:

www.all-library.com/ansys/
www.cadfem-cis.ru

Учебно-методические издания

- 1.Иванченко А.Б. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Инженерный анализ в машиностроении» для студентов направления 28.03.02 [Электронный ресурс] / сост. Иванченко А.Б.; Влад. гос. ун-т. ТМС - Владимир, 2016. - Доступ из корпоративной сети ВлГУ. - Режим доступа: <http://cs.cdo.vlsu.ru/>
- 2.Иванченко А.Б. Методические рекомендации к выполнению самостоятельной работы по дисциплине «Инженерный анализ в машиностроении» для студентов направления

28.03.02 [Электронный ресурс] / сост. Иванченко А.Б.; Влад. гос. ун-т. ТМС - Владимир, 2016. - Доступ из корпоративной сети ВлГУ. - Режим доступа: <http://cs.cdo.vlsu.ru/>

3.Иванченко А.Б.Оценочные средства по дисциплине «Инженерный анализ в машиностроении» для студентов направления 28.03.02 [Электронный ресурс] / сост. Иванченко А.Б.; Влад. гос. ун-т. ТМС - Владимир, 2016. - Доступ из корпоративной сети ВлГУ. - Режим доступа: <http://cs.cdo.vlsu.ru/>

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

1) Портал Центр дистанционного обучения ВлГУ [электронный ресурс] / - Режим доступа: <http://cs.cdo.vlsu.ru/>

2) Раздел официального сайта ВлГУ, содержащий описание образовательной программы [электронный ресурс] / - Режим доступа: Образовательная программа 28.03.02 «Наноинженерия»
<http://op.vlsu.ru/index.php?id=169>

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Суперкомпьютер «СКИФ МОНОМАХ» производительностью 4,7 Т-Флопс.
2. Четыре компьютерных класса, обеспечивающие связь с суперкомпьютером «СКИФ МОНОМАХ».
3. Лицензионное программное обеспечение: университетские версии CAD/CAM/CAE-систем Pro/ENGINEER, Pro/MECHANICA, ANSYS, SolidWorks Simulation, математические пакеты Mathcad, MATLAB.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС
ВО по направлению 28.03.02 «Наноинженерия»

Рабочую программу составил к.т.н., доцент Ивончишко А.Б. 
(ФИО, подпись)

Рецензент

(представитель работодателя) Генеральный директор ООО «ТАГ-Инжиниринг», к.т.н.

Аракелян И.С.


(место работы, должность, ФИО, подпись)



Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Технология машиностроения

Протокол № 5/1 от 14.01.2016 года

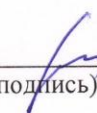
Заведующий кафедрой д.т.н., профессор Морозов В.В.


(ФИО, подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии
направления 28.03.02 «Наноинженерия»

Протокол № 5/1 от 14.01.2016 года

Председатель комиссии д.т.н., профессор Морозов В.В.

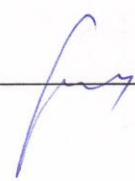

(ФИО, подпись)

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на 2016/2017 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 1.09.2016 года

Заведующий кафедрой д.т.н., профессор Морозов В.В. _____



Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой д.т.н., профессор Морозов В.В. _____

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой д.т.н., профессор Морозов В.В. _____