

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
Саровский физико-технический институт -
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения
высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
(СарФТИ НИЯУ МИФИ)

ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра «Теоретической и экспериментальной механики»

УТВЕРЖДАЮ

Декан ФТФ, член корр. РАН, д.ф-м.н.

 А.К. Чернышев

« 30 » июня 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Вычислительная механика и компьютерный инжиниринг

наименование дисциплины

Направление подготовки (специальность)	15.04.03 Прикладная механика
Наименование образовательной программы	Динамика и прочность машин, приборов и аппаратуры
Квалификация (степень) выпускника	магистр
Форма обучения	очная

Программа одобрена на заседании кафедры

Зав. кафедрой ТиЭМ, доцент, д.т.н.

А.Л. Михайлов

протокол № _____ от _____ 2023 г.

« _____ » _____ 2023 г.

г. Саров, 2023 г.

Программа переутверждена на 202___/202___ учебный год с изменениями в соответствии с семестровыми учебными планами академических групп ФТФ, ФИТЭ на 202___/202___ учебный год.

Заведующий кафедрой ТиЭМ, доцент, д.т.н.

А.Л. Михайлов

Программа переутверждена на 202___/202___ учебный год с изменениями в соответствии с семестровыми учебными планами академических групп ФТФ, ФИТЭ на 202___/202___ учебный год.

Заведующий кафедрой ТиЭМ, доцент, д.т.н.

А.Л. Михайлов

Программа переутверждена на 202___/202___ учебный год с изменениями в соответствии с семестровыми учебными планами академических групп ФТФ, ФИТЭ на 202___/202___ учебный год.

Заведующий кафедрой ТиЭМ, доцент, д.т.н.

А.Л. Михайлов

Программа переутверждена на 202___/202___ учебный год с изменениями в соответствии с семестровыми учебными планами академических групп ФТФ, ФИТЭ на 202___/202___ учебный год.

Заведующий кафедрой ТиЭМ, доцент, д.т.н.

А.Л. Михайлов

Семестр	В форме практической подготовки	Трудоемкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	КР/КП	Форма(ы) контроля, экз./зач./ЗсО/	Интерактивные часы
1	32	4	144	16	32	-	60	КР	Э	16
ИТОГО	32	4	144	16	32	-	60	ЗсО	36	16

АННОТАЦИЯ

Дисциплина «Вычислительная механика и компьютерный инжиниринг» обеспечивает не только нормативно-методическую базу освоения обучающимися общепрофессиональных и профессиональных компетенций в соответствии с требованиями ОС ВО по направлению подготовки 15.04.03 «Прикладная механика», с квалификацией выпускника магистр, но и высокую профессиональную конкурентоспособность выпускников и их востребованность для решения актуальных задач у потребностей регионального и Всероссийского рынка труда, с учетом перспектив его развития.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения учебной дисциплины «Вычислительная механика и компьютерный инжиниринг» является подготовка студентов к самостоятельной деятельности по анализу НДС и оценке прочности конструкций, полученных по алгоритмам и программным средствам вычислительного комплекса ABAQUS.

Задачей курса «Вычислительная механика и компьютерный инжиниринг» является изучение студентами вычислительных методов, критериев и уравнений для описания напряжённо-деформированных состояний (НДС) конструкций, подвергнутых статическим, динамическим, тепловым и вибрационным воздействиям.

Знания и практические навыки, полученные студентами при изучении дисциплины «Вычислительная механика и компьютерный инжиниринг», применяются при выполнении курсовых и дипломных работ, а также при прохождении практики.

Задачи расчёта НДС конструкций являются одними из важнейших в механике деформируемого твёрдого тела. Актуальность этих задач обусловлена необходимостью проектирования и эксплуатации различных конструкций, стойких к действию статических, динамических, вибрационных и температурных нагрузок.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина «Вычислительная механика и компьютерный инжиниринг» относится к базовой части образовательной программы подготовки магистров по профилю «Динамика и прочность машин, приборов и аппаратуры» направления 15.04.03 «Прикладная механика».

Дисциплина «Вычислительная механика и компьютерный инжиниринг» применяет математический аппарат к описанию и изучению физических явлений нелинейного деформирования материалов, аккумулируя разработки общетехнических и специальных дисциплин. Для успешного изучения дисциплины студенты должны быть хорошо знакомы с

основными курсами высшей математики (математический анализ, высшая алгебра, дифференциальные уравнения и т.д.) и физики. Данные дисциплины необходимы для описания процессов декларируемых в теории упругости, сопротивлении материалов, теории колебаний и т. п.

На материалах этой дисциплины базируются следующие специальные инженерные дисциплины: экспериментальная механика, теория упругости и пластичности, детали машин, основы конструирования и основы автоматизированного проектирования.

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Ожидается, что в результате освоения дисциплины студент приобретет следующие компетенции:

Общепрофессиональные компетенции (ОПК)

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ОПК-5 Способен разрабатывать аналитические и численные методы при создании математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов	З-ОПК-5 Знать: аналитические и численные методы при разработке математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов У-ОПК-5 Уметь: анализировать аналитические и численные методы при разработке математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов В-ОПК-5 Владеть: навыками разработки математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов с применением аналитических и численных методов
ОПК-11 Способен определять направления перспективных исследований в области прикладной механики с учетом мировых тенденций развития науки, техники и технологий	З-ОПК-11 Знать: методы анализа и обобщения отечественного и международного опыта в соответствующей области исследований У-ОПК-11 Уметь: применять методы анализа научно-технической информации В-ОПК-11 Владеть: навыками сбора, обработки, анализа и обобщения результатов экспериментов и исследований в области прикладной механики

Профессиональные компетенции (ПК)

в соответствии с задачами и объектами (областями знаний) профессиональной деятельности:

Задача профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
Тип задачи профессиональной деятельности: научно-исследовательский, включающий расчетно-экспериментальную деятельность			

<p>подготовка и проведение расчетно-экспериментальных исследований в области прикладной механики</p>	<p>Физико-механические процессы и явления, машины, конструкции, приборы и аппаратура и другие объекты современной техники различных подразделений РФЯЦ-ВНИИЭФ, которые для своего изучения и решения требуют разработки и применения экспериментальных методов исследования, математических и компьютерных моделей, основанных на законах механики.</p>	<p>ПК-3 Способен к проведению расчетных экспериментальных работ по определению характеристик долговечности и живучести конструкции изделия</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт «40.011. Специалист по научно-исследовательским и Опытно-конструкторским разработкам»</p>	<p>3-ПК-3 Знать: методики проведения расчетных и экспериментальных работ по определению характеристик долговечности и живучести конструкции изделия</p> <p>У-ПК-3 Уметь: проводить расчетные и экспериментальные работы по определению характеристик долговечности и живучести конструкции изделия</p> <p>В-ПК-3 Владеть: анализ результатов расчетов и экспериментов по подтверждению долговечности и живучести конструкции</p>
<p>Тип задачи профессиональной деятельности: проектно-конструкторский</p>			
<p>проектирование машин и конструкций на основе математического и компьютерного моделирования с целью обеспечения их прочности, устойчивости, долговечности, безопасности</p>	<p>Физико-механические процессы и явления, машины, конструкции, приборы и аппаратура и другие объекты современной техники различных подразделений РФЯЦ-ВНИИЭФ, которые для своего изучения и решения требуют разработки и применения экспериментальных методов исследования, математических и компьютерных моделей, основанных на законах механики.</p>	<p>ПК-6 Способен разрабатывать конструкторскую документацию на агрегаты, узлы, системы, комплексы в составе подсистем изделий, стенды для отработки подсистем изделий</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт «32.003. Специалист по проектированию и конструированию механических конструкций, узлов и агрегатов систем летательных аппаратов»</p>	<p>3-ПК-6 Знать: основы систем автоматизированного проектирования</p> <p>У-ПК-6 Уметь: применять инструментарий: - пользоваться стандартным программным обеспечением при оформлении документации; - пользоваться стандартными пакетами прикладных программ при проведении расчетных, конструкторских и проектировочных работ, графическом оформлении проекта</p> <p>В-ПК-6 Владеть: навыками конструкторского сопровождения стендовых, наземных и летных испытаний</p>

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ*

№ п/п	Наименование раздела /темы дисциплины	№ недели	Виды учебной работы					
			Лекции	Практ. занятия/ семинары	Лаб. работы	СРС	Текущий контроль (форма)*	Максимальный балл (см. п. 5.3)
			16	32	-	60		
Семестр 1								
Раздел 1. Общая структура МКЭ								
1.1.	Тема 1.Вводная лекция. Метод жесткостей и метод податливостей	1	1	2		4	УО	
1.2	Тема 2. Формирование матрицы жёсткости плоского треугольного элемента	2	1	2		4	УО	
1.3	Тема 3. Компиляция матрицы жёсткости всей конструкции плоской задачи	3	1	2		4	УО	
1.4	Тема 4. Формирование разрешающей СЛАУ с учётом граничных условий	4	1	2		4	ДЗ	5
Раздел 2. Алгоритм решения СЛАУ								
2.1	Тема 1. Алгоритм решения СЛАУ	5	1	2		4	УО	
2.2	Тема 2. Алгоритм решения СЛАУ методом Гаусса	6	1	2		4	УО	
2.3	Тема 3. Алгоритм решения СЛАУ методом квадратного корня по схеме Халецкого	7	1	2		4	УО	
2.4	Тема 4. Алгоритм решения СЛАУ методом Гаусса- Зейделя	8	1	2		4	ДЗ	5
Рубежный контроль		8					ИПЗ	10
Раздел 3. Осесимметричная задача ТУ								
3.1	Тема 1. Функции формы, аппроксимирующие перемещения внутри КЭ	9	1	2		4	УО	
3.2	Тема 2. Изопараметрические КЭ для осесимметричной задачи ТУ	10	1	2		4	УО	
3.3	Тема 3. Численное интегрирование в МКЭ	11	1	2		4	УО	
3.4	Тема 4. Численное дифференцирование в МКЭ	12	1	2		4	ДЗ	5
Раздел 4. КЭ для пространственной оболочечной конструкции								
4.1	Тема 1. Разделение жесткостных параметров в МЖ элемента	13	1	2		4	УО	

№ п/п	Наименование раздела /темы дисциплины	№ недели	Виды учебной работы						Максимальный балл (см. п. 5.3)
			Лекции	Практ. занятия/ семинары	Лаб. работы	СРС	Текущий контроль (форма)*		
			16	32	-	60			
4.2	Тема 2. Матрица преобразования координат в оболочечном элементе	14	1	2		4	УО		
4.3	Тема 3. Алгоритм вычисления напряжений в КЭ	15	1	2		2	УО		
4.4	Тема 4.. Блок-схема алгоритма получения НДС для оболочки	16	1	2		2	ДЗ	5	
Рубежный контроль		16					ИПЗ	10	
Курсовая работа							ЗсО	10	
Промежуточная аттестация						Экзамен	36	45	
Посещаемость								5	
Итого:			16	32	-	60	36	100	

*Сокращение наименований форм текущего, рубежного и промежуточного контроля:

УО – устный опрос

ДЗ – домашнее задание

ИПЗ – индивидуальное практическое задание

4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)

Лекционный курс

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
1 семестр		
Раздел 1. Общая структура МКЭ		
1.1	Тема 1. Вводная лекция. Метод жесткостей и метод податливостей	Общая структура МКЭ. Метод жесткостей и метод податливостей.
1.2	Тема 2. Формирование матрицы жёсткости плоского треугольного элемента	Формирование матрицы жёсткости плоского треугольного элемента.
1.3	Тема 3. Компиляция матрицы жёсткости всей конструкции плоской задачи	Компиляция матрицы жёсткости всей конструкции плоской задачи.
1.4	Тема 4. Формирование разрешающей СЛАУ с учётом граничных условий	Формирование разрешающей СЛАУ с учётом граничных условий. Матрица жёсткости тетраэдрального КЭ объёмной задачи ТУ. Принцип формирования шестигранного КЭ из тетраэдральных. Алгоритм вычисления матрицы жёсткости стержневого пространственного КЭ. Матрица преобразования координат для элементов стержневой конструкции
Раздел 2. Алгоритм решения СЛАУ		
2.1	Тема 1. Алгоритм решения СЛАУ	Алгоритм решения СЛАУ
2.2	Тема 2. Алгоритм решения СЛАУ методом Гаусса	Алгоритм решения СЛАУ методом Гаусса
2.3	Тема 3. Алгоритм решения СЛАУ методом квадратного корня по схеме Халецкого	Алгоритм решения СЛАУ методом квадратного корня по схеме Халецкого.
2.4	Тема 4. Алгоритм решения СЛАУ методом Гаусса-Зейделя	Алгоритм решения СЛАУ методом Гаусса-Зейделя.
Раздел 3. Осесимметричная задача ТУ		
3.1	Тема 1. Функции формы, аппроксимирующие перемещения внутри КЭ	Осесимметричная задача ТУ. Функции формы, аппроксимирующие перемещения внутри КЭ.
3.2	Тема 2. Изопараметрические КЭ для осесимметричной задачи ТУ	Изопараметрические КЭ для осесимметричной задачи ТУ.
3.3	Тема 3. Численное интегрирование в МКЭ	Численное дифференцирование в МКЭ.
3.4	Тема 4. Численное дифференцирование в МКЭ	Численное интегрирование в МКЭ. КЭ для пространственной оболочечной конструкции.
Раздел 4. КЭ для пространственной оболочечной конструкции		
4.1	Тема 1. Разделение жесткостных параметров в МЖ элемента	Разделение жесткостных параметров в МЖ элемента.
4.2	Тема 2. Матрица преобразования координат в оболочечном элементе.	Матрица преобразования координат в оболочечном элементе.

	элементе	
4.3	Тема 3. Алгоритм вычисления напряжений в КЭ	Алгоритм вычисления напряжений в КЭ.
4.4	Тема 4.. Блок-схема алгоритма получения НДС для оболочки	Блок-схема алгоритма получения НДС для оболочки.

Практические/семинарские занятия

№	Примерные темы практических/семинарских занятий
1.	Практическое освоение ППП АВАQUS
2.	Изучение препроцессора комплекса
3.	Изучение постпроцессора комплекса
4.	Изучение процессора комплекса.
5.	Построение КЭМ плоских и объёмных
6.	Построение пространственных стержневых КЭМ
7.	Построение пространственных оболочечных КЭМ

4.3. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы студентов

1. Зенкевич О. Метод конечных элементов в технике. Перевод с англ. – М.: Мир, 1975.
2. Пирумов У.Г. Численные методы. –М: дрофа, 2003. 221с.
3. Малинин Н.Н. Прикладная теория пластичности и ползучести. – М.: Машиностроение, 1968.
4. Когаев В.П., Махутов Н.А., Гусенков А.П. Расчёты деталей машин на прочность и долговечность. – М.: Машиностроение, 1985.
5. Методические рекомендации для выполнения практических работ.
6. Материалы с решениями задач, полученные студентами на практических занятиях.
7. Методические рекомендации по оформлению курсовых работ.

Контроль СРС студентов проводится путем проверки работ, предложенных обучающимся для выполнения в качестве домашних заданий.

Одним из основных видов контроля СРС, в качестве рубежного контроля, является защита индивидуальных практических заданий, являющихся мини проектами.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

5.1. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

Раздел	Темы занятий	Компетенция	Индикаторы освоения	Текущий контроль, неделя
Семестр 1				
Раздел 1	Тема 1. Вводная лекция. Метод жесткостей и метод податливостей	ОПК-5 ОПК-11 ПК-3 ПК-6	3-ОПК-5; У-ОПК-5; В-ОПК-5 3-ОПК-11; У-ОПК-11; В-ОПК-11 3-ПК-3; У-ПК-3; В-ПК-3 3-ПК-6; У-ПК-6; В-ПК-6	УО 1
	Тема 2. Формирование матрицы жёсткости плоского треугольного элемента		3-ОПК-5; У-ОПК-5; В-ОПК-5 3-ОПК-11; У-ОПК-11; В-ОПК-11 3-ПК-3; У-ПК-3; В-ПК-3 3-ПК-6; У-ПК-6; В-ПК-6	УО 2
	Тема 3. Компиляция матрицы жёсткости всей конструкции плоской задачи		3-ОПК-5; У-ОПК-5; В-ОПК-5 3-ОПК-11; У-ОПК-11; В-ОПК-11 3-ПК-3; У-ПК-3; В-ПК-3 3-ПК-6; У-ПК-6; В-ПК-6	УО 3
	Тема 4. Формирование разрешающей СЛАУ с учётом граничных условий		3-ОПК-5; У-ОПК-5; В-ОПК-5 3-ОПК-11; У-ОПК-11; В-ОПК-11 3-ПК-3; У-ПК-3; В-ПК-3 3-ПК-6; У-ПК-6; В-ПК-6	ДЗ 4
Раздел 2	Тема 1. Алгоритм решения СЛАУ	ОПК-5 ОПК-11 ПК-3 ПК-6	3-ОПК-5; У-ОПК-5; В-ОПК-5 3-ОПК-11; У-ОПК-11; В-ОПК-11 3-ПК-3; У-ПК-3; В-ПК-3 3-ПК-6; У-ПК-6; В-ПК-6	УО 5
	Тема 2. Алгоритм решения СЛАУ методом Гаусса		3-ОПК-5; У-ОПК-5; В-ОПК-5 3-ОПК-11; У-ОПК-11; В-ОПК-11 3-ПК-3; У-ПК-3; В-ПК-3 3-ПК-6; У-ПК-6; В-ПК-6	УО 6
	Тема 3. Алгоритм решения СЛАУ методом квадратного корня по схеме Халецкого		3-ОПК-5; У-ОПК-5; В-ОПК-5 3-ОПК-11; У-ОПК-11; В-ОПК-11 3-ПК-3; У-ПК-3; В-ПК-3 3-ПК-6; У-ПК-6; В-ПК-6	УО 7
	Тема 4. Алгоритм решения СЛАУ методом Гаусса-Зейделя		3-ОПК-5; У-ОПК-5; В-ОПК-5 3-ОПК-11; У-ОПК-11; В-ОПК-11 3-ПК-3; У-ПК-3; В-ПК-3 3-ПК-6; У-ПК-6; В-ПК-6	ДЗ 8
	Рубежный контроль	ОПК-5 ОПК-11 ПК-3 ПК-6	3-ОПК-5; У-ОПК-5; В-ОПК-5 3-ОПК-11; У-ОПК-11; В-ОПК-11 3-ПК-3; У-ПК-3; В-ПК-3 3-ПК-6; У-ПК-6; В-ПК-6	ИПЗ 8

Раздел 3	Тема 1. Функции формы, аппроксимирующие перемещения внутри КЭ	ОПК-5 ОПК-11 ПК-3 ПК-6	3-ОПК-5; У-ОПК-5; В-ОПК-5 3-ОПК-11; У-ОПК-11; В-ОПК-11 3-ПК-3; У-ПК-3; В-ПК-3 3-ПК-6; У-ПК-6; В-ПК-6	УО 9
	Тема 2. Изопараметрические КЭ для осесимметричной задачи ТУ		3-ОПК-5; У-ОПК-5; В-ОПК-5 3-ОПК-11; У-ОПК-11; В-ОПК-11 3-ПК-3; У-ПК-3; В-ПК-3 3-ПК-6; У-ПК-6; В-ПК-6	УО 10
	Тема 3. Численное интегрирование в МКЭ		3-ОПК-5; У-ОПК-5; В-ОПК-5 3-ОПК-11; У-ОПК-11; В-ОПК-11 3-ПК-3; У-ПК-3; В-ПК-3 3-ПК-6; У-ПК-6; В-ПК-6	УО 11
	Тема 4. Численное дифференцирование в МКЭ		3-ОПК-5; У-ОПК-5; В-ОПК-5 3-ОПК-11; У-ОПК-11; В-ОПК-11 3-ПК-3; У-ПК-3; В-ПК-3 3-ПК-6; У-ПК-6; В-ПК-6	ДЗ 12
Раздел 4	Тема 1. Разделение жесткостных параметров в МЖ элемента	ОПК-5 ОПК-11 ПК-3 ПК-6	3-ОПК-5; У-ОПК-5; В-ОПК-5 3-ОПК-11; У-ОПК-11; В-ОПК-11 3-ПК-3; У-ПК-3; В-ПК-3 3-ПК-6; У-ПК-6; В-ПК-6	УО 13
	Тема 2. Матрица преобразования координат в оболочечном элементе		3-ОПК-5; У-ОПК-5; В-ОПК-5 3-ОПК-11; У-ОПК-11; В-ОПК-11 3-ПК-3; У-ПК-3; В-ПК-3 3-ПК-6; У-ПК-6; В-ПК-6	УО 14
	Тема 3. Алгоритм вычисления напряжений в КЭ		3-ОПК-5; У-ОПК-5; В-ОПК-5 3-ОПК-11; У-ОПК-11; В-ОПК-11 3-ПК-3; У-ПК-3; В-ПК-3 3-ПК-6; У-ПК-6; В-ПК-6	УО 15
	Тема 4.. Блок-схема алгоритма получения НДС для оболочки		3-ОПК-5; У-ОПК-5; В-ОПК-5 3-ОПК-11; У-ОПК-11; В-ОПК-11 3-ПК-3; У-ПК-3; В-ПК-3 3-ПК-6; У-ПК-6; В-ПК-6	ДЗ 16
Рубежный контроль		ОПК-5 ОПК-11 ПК-3 ПК-6	3-ОПК-5; У-ОПК-5; В-ОПК-5 3-ОПК-11; У-ОПК-11; В-ОПК-11 3-ПК-3; У-ПК-3; В-ПК-3 3-ПК-6; У-ПК-6; В-ПК-6	ИПЗ 16
Курсовая работа		ОПК-5 ОПК-11 ПК-3 ПК-6	3-ОПК-5; У-ОПК-5; В-ОПК-5 3-ОПК-11; У-ОПК-11; В-ОПК-11 3-ПК-3; У-ПК-3; В-ПК-3 3-ПК-6; У-ПК-6; В-ПК-6	ЗсО
Промежуточная аттестация		ОПК-5 ОПК-11 ПК-3 ПК-6	3-ОПК-5; У-ОПК-5; В-ОПК-5 3-ОПК-11; У-ОПК-11; В-ОПК-11 3-ПК-3; У-ПК-3; В-ПК-3 3-ПК-6; У-ПК-6; В-ПК-6	Экзамен

5.2. Примерные контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

5.2.1. Оценочные средства для текущего контроля

5.2.1.1. Примерные вопросы для устного опроса (УО)

- 1 Какие условия должны быть выполнены при решении задачи ТУ?
- 2 Формула общего уравнения равновесия для всей конструкции.
- 3 Что такое главные центральные оси поперечного сечения балки?
- 4 Функция формы перемещений внутри плоского КЭ.
- 5 Функции формы тетраэдра.
- 6 Границы применимости методов решения СЛАУ и их особенности.
- 7 Среди изученных решений СЛАУ, какие методы относятся к итерационным, а какие к прямым?
- 8 Что такое собственная частота конструкции?
- 9 Что такое собственный вектор резонансной частоты конструкции?
- 10 Для плоской задачи в КЭ схеме узел с номером 100 жёстко закреплён, какие уравнения в СЛАУ необходимо модернизировать, и как это сделать?
- 11 Для 3-х мерной задачи в КЭ схеме узел с номером 100 жёстко закреплён, какие уравнения в СЛАУ необходимо модернизировать, и как это сделать?
- 12 Для пространственной стержневой конструкции в КЭ схеме узел с номером 100 жёстко закреплён, какие уравнения в СЛАУ необходимо модернизировать, и как это сделать?
- 13 Компоненты векторов напряжения и деформации для осесимметричной задачи.
- 14 Почему в осесимметричной задаче возникает необходимость в численном интегрировании по объёму КЭ.
- 15 Определение изопараметрических КЭ
- 16 Гипотеза Кирхгофа-Лява.
- 17 Дифференциация компонент НДС в пространственном оболочечном КЭ.
- 18 Каких 2 способа учёта граничных условий используется в методе КЭ
- 19 Сколько степеней свободы в треугольном оболочечном элементе?
- 20 Размерность матрицы жёсткости оболочечного элемента?
- 21 Из каких компонент складываются составляющие напряжения для оболочечного элемента?
- 22 Статического анализа;
- 23 Прочностного динамического анализа;
- 24 Модальный анализ;

- 25 Отклик на гармоническое воздействие;
- 26 Спектральный анализ;
- 27 Отклик на случайную вибрацию;
- 28 Анализ устойчивости конструкций;
- 29 Физическая нелинейность;
- 30 Геометрическая нелинейность.
- 31 Условие наступления текучести в упруго-пластической задаче.

5.2.1.2. Примерные вопросы для домашнего задания (ДЗ)

1. Компоненты векторов напряжения и деформации для осесимметричной задачи.
2. Почему в осесимметричной задаче возникает необходимость в численном интегрировании по объёму КЭ.
3. Определение изопараметрических КЭ.
4. Гипотеза Кирхгофа-Лява.
5. Дифференциация компонент НДС в пространственном оболочечном КЭ.
6. Каких 2 способа учёта граничных условий используется в методе КЭ.
7. Сколько степеней свободы в треугольном оболочечном элементе?
8. Размерность матрицы жёсткости оболочечного элемента?
9. Из каких компонент складываются составляющие напряжения для оболочечного элемента?
10. Виды анализа в МКЭ.

5.2.2 Оценочные средства для рубежного контроля

5.2.2.1 Примерные вопросы для индивидуального практического задания (ИПЗ)

1. Построение КЭМ консольной балки различными элементами:
 - балочный элемент;
 - плоский элемент;
 - объёмный шестигранный элемент;
2. Сравнение поля НДС для различных КЭ моделей;
3. Исследование точности решения задачи в зависимости от густоты КЭ сетки;
4. Изучение отклика конструкций на действие гармонической вибрации;
5. Построение АЧХ конструкций для различных КЭМ;
6. Изучение поведения конструкций для физически нелинейных материалов.

5.2.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации

5.2.3.1 Примерные вопросы к экзамену

- 32 Какие условия должны быть выполнены при решении задачи ТУ?
- 33 Формула общего уравнения равновесия для всей конструкции.
- 34 Что такое главные центральные оси поперечного сечения балки?
- 35 Функция формы перемещений внутри плоского КЭ.
- 36 Функции формы тетраэдра.
- 37 Границы применимости методов решения СЛАУ и их особенности.
- 38 Среди изученных решений СЛАУ, какие методы относятся к итерационным, а какие к прямым?
- 39 Что такое собственная частота конструкции?
- 40 Что такое собственный вектор резонансной частоты конструкции?
- 41 Для плоской задачи в КЭ схеме узел с номером 100 жёстко закреплён, какие уравнения в СЛАУ необходимо модернизировать, и как это сделать?
- 42 Для 3-х мерной задачи в КЭ схеме узел с номером 100 жёстко закреплён, какие уравнения в СЛАУ необходимо модернизировать, и как это сделать?
- 43 Для пространственной стержневой конструкции в КЭ схеме узел с номером 100 жёстко закреплён, какие уравнения в СЛАУ необходимо модернизировать, и как это сделать?
- 44 Компоненты векторов напряжения и деформации для осесимметричной задачи.
- 45 Почему в осесимметричной задаче возникает необходимость в численном интегрировании по объёму КЭ.
- 46 Определение изопараметрических КЭ
- 47 Гипотеза Кирхгофа-Лява.
- 48 Дифференциация компонент НДС в пространственном оболочечном КЭ.
- 49 Каких 2 способа учёта граничных условий используется в методе КЭ
- 50 Сколько степеней свободы в треугольном оболочечном элементе?
- 51 Размерность матрицы жёсткости оболочечного элемента?
- 52 Из каких компонент складываются составляющие напряжения для оболочечного элемента?
- 53 Статического анализа;
- 54 Прочностного динамического анализа;
- 55 Модальный анализ;
- 56 Отклик на гармоническое воздействие;
- 57 Спектральный анализ;
- 58 Отклик на случайную вибрацию;
- 59 Анализ устойчивости конструкций;

- 60 Физическая нелинейность;
- 61 Геометрическая нелинейность.
- 62 Условие наступления текучести в упруго-пластической задаче.

5.2.4. Примерные темы курсовой работы

1. Выполнение курсовой работы по расчёту НДС конструкций;
2. Выполнение курсовой работы по расчёту АЧХ конструкций.

5.3. Шкалы оценки образовательных достижений

Рейтинговая оценка знаний является интегральным показателем качества теоретических и практических знаний и навыков студентов по дисциплине и складывается из оценок, полученных в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации.

Результаты текущего контроля и промежуточной аттестации подводятся по шкале балльно-рейтинговой системы.

Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля.

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов	Оценка по 4-ех балльной шкале	Оценка ECTS	Требования к уровню освоению учебной дисциплины
90-100	5 – «отлично»	A	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.
85-89	4 – «хорошо»	B	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
75-84		C	
70-74		D	
65-69	3		Оценка «удовлетворительно»

60-64	«удовлетворительно»	E	выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
Ниже 60	2 «неудовлетворительно»	F	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

- 1 Зенкевич О. Метод конечных элементов в технике. Перевод с англ. – М.: Мир, 1975.
- 2 Постнов В.А., Хархурим И.Я. Метод конечных элементов в расчётах судовых конструкций. Судостроение, 1974. 342с.
- 3 Пирумов У.Г. Численные методы. –М: дрофа, 2003. 221с.
- 4 Малинин Н.Н. Прикладная теория пластичности и ползучести. – М.: Машиностроение, 1968.
- 5 Когаев В.П., Махутов Н.А., Гусенков А.П. Расчёты деталей машин на прочность и долговечность. – М.: Машиностроение, 1985.
- 6 Бахвалов Н.С., Жидков Н.П. Кобельков Г.М. Численные методы.-М: Наука, 1987. 598с.
- 7 Голубев А.И. Численные методы. Часть 1,2. – Саров. 2000. 171с.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

- 1 Инструкция к ППП «ЛОГОС»;
- 2 Тестовые задачи по МКЭ.
- 3 Методические рекомендации по оформлению курсовых работ.

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

- 1 Операционные системы Windows,

- 2 Стандартные офисные программы,
- 3 Презентации в формате ppt, пакет программ ABAQUS.

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

- 1 Интернет-ресурсы по тематике дисциплины.

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Набор презентаций, экзаменационные вопросы, распечатки с исходными данными для решения задач, плакаты, учебники и методические рекомендации по курсу.

Освоение дисциплины частично производится на базе учебных лабораторий кафедры ТиЭМ ФТФ в СарФТИ НИЯУ МИФИ учебного корпуса 5 и в производственных помещениях КБ-1 РФЯЦ-ВНИИЭФ (площадка Основная).

Выполнение практических работ, а также самостоятельной работы студентов осуществляется на рабочих местах, оснащенных ЭВМ. Здесь же проводятся консультации по текущим вопросам.

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В соответствии с требованиями ОС ВО по направлению подготовки 15.04.03 «Прикладная механика» реализация компетентного подхода предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков студентов.

В рамках учебного курса студенты работают с лекциями, рекомендованной литературой, выполняют практические работы, готовятся к экзамену. В процессе подготовки студенты используют программные продукты, инструментальные среды, информационно-справочные системы, информационные источники, размещенные в сети Интернет (официальные сайты, веб-порталы, тематические форумы и телекоммуникации), электронные учебники и учебно-методические пособия.

По дисциплине «Вычислительная механика и компьютерный инжиниринг» в рабочем учебном плане предусмотрены интерактивные часы для проведения практических занятий. Для реализации интерактивных форм обучения используются учебно-методические материалы, разработанные сотрудниками кафедры «Теоретической и экспериментальной механики».

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ СТУДЕНТАМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебным планом на изучение дисциплины отводится один семестр. В конце семестра предусмотрен экзамен. Также рабочим учебным планом предусмотрена курсовая работа.

При преподавании дисциплины методически целесообразно в каждом разделе курса выделить наиболее важные моменты и акцентировать на них внимание обучаемых. Такие моменты отражены в изложенных выше пунктах, касающихся формируемых знаний студентов и их проверки.

На практических занятиях по курсу «Вычислительная механика и компьютерный инжиниринг» студентам необходимо освоить программный комплекс ABAQUS, разрабатываемый специализированной фирмой по варианту укороченной версии для обучения студентов. Комплекс предназначен для решения задач газодинамики и механики деформируемого твердого тела.

Студенты также практикуются в применении аналитических методов для решения практических задач упругопластического деформирования типовых элементов конструкций.

При проведении практических занятий студентам прививаются также навыки работы с научной и учебно-методической литературой.

Обязательным является самостоятельная работа студентов дома и в аудитории под руководством преподавателя, выполнение индивидуальных заданий, посещение международных и всероссийских конференций.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ВО НИЯУ МИФИ к обязательному минимуму содержания основной образовательной программы по направлению подготовки 15.04.03 «Прикладная механика».

Программу составил: доцент кафедры ТиЭМ, к.ф.-м.н.

С.К. Агафонов

Рецензент: доцент кафедры ТиЭМ, к.ф.-м.н., доцент

Ю.В. Батьков