


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**

« ____ » _____ 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Системы компьютерного инжиниринга
(САЕ-системы Комплекс программ ЭГИДА)
наименование дисциплины

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

Программа одобрена на заседании кафедры Зав. кафедрой ТиЭМ, доцент, д.т.н.

А.Л. Михайлов

протокол № _____ от _____ 2022 г.

« ____ » _____ 2022 г.

г. Саров, 2022 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
3	32	3	108	-	32	-	76	-	Зач	18
ИТОГО	32	3	108	-	32	-	76	-	-	18

АННОТАЦИЯ

Дисциплина «Системы компьютерного инжиниринга (CAE-системы Комплекс программ ЭГИДА)» обеспечивает не только нормативно-методическую базу освоения обучающимися общепрофессиональных 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

Целями изучения дисциплины «Системы компьютерного инжиниринга (CAE-системы Комплекс программ ЭГИДА)» являются:

- ✓ представить многообразие физических явлений, присущих механике сплошных сред на основе методов математического моделирования с применением пользовательского кода ЭГИДА-2D;
- ✓ дать студентам представление о современном гидрокоде, предназначенном для численного моделирования двумерных ударноволновых течений многокомпонентной среды;
- ✓ познакомить с алгоритмами, лежащими в основе разностных схем кода и научить пользоваться этим кодом при исследовании разнообразных течений.

Задачей дисциплины является знакомство студентов с интегро-дифференциальными уравнениями и разностными схемами для описания разнообразных процессов механики сплошной среды, таких как газовая динамика, ударные волны, упругопластика, разрушение и фрагментация материалов, детонация и горение взрывчатых веществ, теплопроводность, турбулентное перемешивание, течения полидисперсной среды, аэрогидроупругость; с уравнениями состояния веществ и с другими замыкающими соотношениями; результатами тестовых расчетов в сравнении с аналитическими решениями и экспериментальными данными; с подготовкой начальных данных, управлением счетом задач и обработкой результатов расчетов.

Рассматриваются численные решения широкого класса задач, важных для понимания круга явлений, исследования которых проводятся в федеральном ядерном центре ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ».

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина «Системы компьютерного инжиниринга (CAE-системы Комплекс программ ЭГИДА)» является дисциплиной по выбору образовательной программы подготовки магистров по направлению подготовки 15.04.03 Прикладная механика

Курс призван создать прочную базу естественнонаучных знаний, дать необходимый запас сведений по математическому формализму уравнений движения сплошных сред (газов, жидкостей, твердых тел) и по практическому применению полученных знаний.

Для успешного освоения дисциплины необходимы знания по разделам ООП направления подготовки 15.03.03 Прикладная механика: «Начертательная геометрия и инженерная графика», «Компьютерная графика», «Детали машин и основы конструирования», «Основы автоматизированного проектирования», а также дисциплины магистерской программы направления подготовки 15.04.03 Прикладная механика: «Вычислительная механика и компьютерный инжиниринг», «Основы конструирования ядерных боеприпасов», Приобретенные компетенции будут использованы при изучении дисциплины: «Научно-исследовательская практика», «Преддипломная практика».

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-6 Способен осуществлять научно-исследовательскую деятельность, используя современные информационно-коммуникационные технологии, глобальные информационные	З-ОПК-6 Знать: современные информационно-коммуникационные технологии, глобальные информационные ресурсы в научно-исследовательской деятельности У-ОПК-6 Уметь: применять современные информационно-коммуникационные технологии,

ресурсы	глобальные информационные ресурсы в научно-исследовательской деятельности В-ОПК-6 Владеть: современными информационно-коммуникационными технологиями, глобальными информационными ресурсами в научно-исследовательской деятельности
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

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)
			-	32	-	76		
Семестр 3								
Раздел 1.								
1.1.	Тема 1. Уравнения движения упругопластических течений	1		2		4	УО	
1.2	Тема 2. Аппроксимация уравнений движения упругопластических течений	2		2		6	УО	
1.3	Тема 3. Горение и детонация	3		2		6	УО	
1.4	Тема 4. Аппроксимация горения и детонации	4		2		6	УО	
1.5	Тема 5. Газодинамические неустойчивости	5		2		6	УО	
1.6	Тема 6. Описание явления турбулентности	6		4		6	УО	
1.7	Тема 7. Мелкомасштабная турбулентность	7		4		6	УО	5
Рубежный контроль		8					Кр	20
Раздел 2.								
2.1	Тема 1. Методы осреднения газодинамических величин	9		2		6	УО	
2.2	Тема 2. Вывод уравнений модели ТП	10-11		2		6	УО	
2.3	Тема 3. Реализация k-ε модели в коде ЭГАК	12		2		6	УО	
2.4	Тема 4. Вывод уравнений для некоторых простейших турбулентных течений	13		4		6	УО	
2.5	Тема 5. Анализ ЭВМ для численного моделирования ТП	14-15		2		6	УО	
2.6	Тема 6. Численное моделирование ТП	16		2		6	УО	5
Рубежный контроль		16					Кр	20
Промежуточная аттестация						Зачет	-	45
Посещаемость								5
Итого:			-	32	-	76	-	100

*Сокращение наименований форм текущего, рубежного и промежуточного контроля:

УО – устный опрос

Кр – контрольная работа

Практические/семинарские занятия

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
3 семестр		
Раздел 1.		
1.1	Тема 1. Уравнения движения упругопластических течений	Уравнения движения упругопластических течений. Исходные уравнения. Тензор напряжений. Тензор скоростей деформаций. Закон Гука. Условие Мизеса. Первый и второй инварианты.
1.2	Тема 2. Аппроксимация уравнений движения упругопластических течений	Аппроксимация уравнений движения упругопластических течений. Уравнения движения. Уравнение энергии. Уравнения для компонент тензора напряжений.
1.3	Тема 3. Горение и детонация	Горение и детонация. Медленное горение. Детонация. Кинетики выгорания ВВ Аррениуса, Тарвера и Морозова-Карпенко.
1.4	Тема 4. Аппроксимация горения и детонации	Аппроксимация горения и детонации. Программы контроля скорости детонации. Программы, реализующие кинетики Тарвера и Морозова-Карпенко.
1.5	Тема 5. Газодинамические неустойчивости	Газодинамические неустойчивости. Основные типы неустойчивостей. Условие неустойчивости произвольного адиабатического движения жидкости.
1.6	Тема 6. Описание явления турбулентности	Описание явления турбулентности. Понятие масштаба и энергии турбулентности, поведение спектра энергии в зависимости от масштаба. История развития моделей ТП. Классификация методов описания турбулентности.
1.7	Тема 7. Мелкомасштабная турбулентность	Мелкомасштабная турбулентность. Понятие о турбулентной вязкости. Модели турбулентной вязкости: пути смешения, Кармана, Колмогорова.
Раздел 2.		
2.1	Тема 1. Методы осреднения газодинамических величин	Методы осреднения газодинамических величин. Метод Рейнольдса. Метод Фавра. Связь между двумя методами осреднения. Понятие корреляции величин.
2.2	Тема 2. Вывод уравнений модели ТП	Вывод уравнений модели ТП. Одномерная модель турбулентности Беленького, Фрадкина, Неуважаева. Уравнения модели ТП в общем случае многомерных течений сжимаемой среды. Классификация моделей турбулентности.
2.3	Тема 3. Реализация k-ε модели в коде ЭГАК	Реализация k-ε модели в коде ЭГАК. Модификация уравнений модели для методики ЭГАК. Исследование баланسنости модели. Аппроксимация уравнений модели. Расщепление на этапы. Определение констант модели.
2.4	Тема 4. Вывод уравнений для некоторых простейших турбулентных течений	Вывод уравнений для некоторых простейших турбулентных течений. Затухание однородной изотропной турбулентности. Эволюция однородной турбулентности при быстром однородном сжатии.

		Нейтрально стратифицированный турбулентный пограничный слой. Гравитационное перемешивание плоского слоя раздела. Сдвиговое перемешивание плоского слоя раздела.
2.5	Тема 5. Анализ ЭВМ для численного моделирования ТП	Анализ ЭВМ для численного моделирования ТП. Прямое численное моделирование. RANS модели турбулентности.
2.6	Тема 6. Численное моделирование ТП	Численное моделирование ТП. Гравитационное перемешивание. Перемешивание при знакопеременном ускорении. Сдвиговое турбулентное перемешивание. Плавающая струя. Турбулентное перемешивание при взаимодействии зоны ТП с ударной волной. Численное моделирование ТП в трехслойных газовых системах.

4.3. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы студентов

1. Курс лекций в электронном виде.
2. Учебное пособие «Основы автоматизированного проектирования», ПГУПС, П., М., В., Ф., И. 2007, с.157
3. Параметрическое моделирование строительных конструкций. Учебное пособие.- Санкт-Петербург ПГУПС, 2011, с.47
4. Проработка конспектов лекций, изучение основной и дополнительной литературы, подготовка к устному опросу, подготовка докладов.

Самостоятельная работа направлена на закрепление и углубление полученных теоретических и практических знаний. Включает в себя:

- ✓ работу с предыдущим материалом по тематике дисциплины;
- ✓ самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины;
- ✓ поиск и обзор литературы и электронных источников;
- ✓ чтение и изучение учебника и учебных пособий.

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 3				
Раздел 1	Тема 1. Уравнения движения упругопластических течений	ОПК-5 ОПК-6 ОПК-11	3-ОПК-5; У-ОПК-5; В-ОПК-5 3-ОПК-6; У-ОПК-6; В-ОПК-6 3-ОПК-11; У-ОПК-11; В-ОПК-11	УО 1
	Тема 2. Аппроксимация уравнений движения упругопластических течений		3-ОПК-5; У-ОПК-5; В-ОПК-5 3-ОПК-6; У-ОПК-6; В-ОПК-6 3-ОПК-11; У-ОПК-11; В-ОПК-11	УО 2
	Тема 3. Горение и детонация		3-ОПК-5; У-ОПК-5; В-ОПК-5 3-ОПК-6; У-ОПК-6; В-ОПК-6 3-ОПК-11; У-ОПК-11; В-ОПК-11	УО 3
	Тема 4. Аппроксимация горения и детонации		3-ОПК-5; У-ОПК-5; В-ОПК-5 3-ОПК-6; У-ОПК-6; В-ОПК-6 3-ОПК-11; У-ОПК-11; В-ОПК-11	УО 4
	Тема 5. Газодинамические неустойчивости		3-ОПК-5; У-ОПК-5; В-ОПК-5 3-ОПК-6; У-ОПК-6; В-ОПК-6 3-ОПК-11; У-ОПК-11; В-ОПК-11	УО 5
	Тема 6. Описание явления турбулентности		3-ОПК-5; У-ОПК-5; В-ОПК-5 3-ОПК-6; У-ОПК-6; В-ОПК-6 3-ОПК-11; У-ОПК-11; В-ОПК-11	УО 6
	Тема 7. Мелкомасштабная турбулентность		3-ОПК-5; У-ОПК-5; В-ОПК-5 3-ОПК-6; У-ОПК-6; В-ОПК-6 3-ОПК-11; У-ОПК-11; В-ОПК-11	УО 7
Рубежный контроль		ОПК-5 ОПК-6 ОПК-11	3-ОПК-5; У-ОПК-5; В-ОПК-5 3-ОПК-6; У-ОПК-6; В-ОПК-6 3-ОПК-11; У-ОПК-11; В-ОПК-11	Кр 8
Раздел 2	Тема 1. Методы осреднения газодинамических величин	ОПК-5 ОПК-6 ОПК-11	3-ОПК-5; У-ОПК-5; В-ОПК-5 3-ОПК-6; У-ОПК-6; В-ОПК-6 3-ОПК-11; У-ОПК-11; В-ОПК-11	УО 9
	Тема 2. Вывод уравнений модели ТП		3-ОПК-5; У-ОПК-5; В-ОПК-5 3-ОПК-6; У-ОПК-6; В-ОПК-6 3-ОПК-11; У-ОПК-11; В-ОПК-11	УО 10-11
	Тема 3. Реализация k-ε модели в коде ЭГАК		3-ОПК-5; У-ОПК-5; В-ОПК-5 3-ОПК-6; У-ОПК-6; В-ОПК-6 3-ОПК-11; У-ОПК-11; В-ОПК-11	УО 12
	Тема 4. Вывод уравнений для некоторых простейших турбулентных течений		3-ОПК-5; У-ОПК-5; В-ОПК-5 3-ОПК-6; У-ОПК-6; В-ОПК-6 3-ОПК-11; У-ОПК-11; В-ОПК-11	УО 13

Тема 5. Анализ ЭВМ для численного моделирования ТП		3-ОПК-5; У-ОПК-5; В-ОПК-5 3-ОПК-6; У-ОПК-6; В-ОПК-6 3-ОПК-11; У-ОПК-11; В-ОПК-11	УО 14-15
Тема 6. Численное моделирование ТП		3-ОПК-5; У-ОПК-5; В-ОПК-5 3-ОПК-6; У-ОПК-6; В-ОПК-6 3-ОПК-11; У-ОПК-11; В-ОПК-11	УО16
Рубежный контроль	ОПК-5 ОПК-6 ОПК-11	3-ОПК-5; У-ОПК-5; В-ОПК-5 3-ОПК-6; У-ОПК-6; В-ОПК-6 3-ОПК-11; У-ОПК-11; В-ОПК-11	Кр 16
Промежуточная аттестация	ОПК-5 ОПК-6 ОПК-11	3-ОПК-5; У-ОПК-5; В-ОПК-5 3-ОПК-6; У-ОПК-6; В-ОПК-6 3-ОПК-11; У-ОПК-11; В-ОПК-11	Зачет

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. Уравнения движения упругопластических течений.
2. Исходные уравнения.
3. Тензор напряжений.
4. Тензор скоростей деформаций.
5. Закон Гука.
6. Условие Мизеса.
7. Первый и второй инварианты.
8. Аппроксимация уравнений движения упругопластических течений.
9. Уравнения движения.
10. Уравнение энергии.
11. Горение и детонация.
12. Медленное горение.
13. Детонация.
14. Кинетики выгорания ВВ Аррениуса, Тарвера и Морозова-Карпенко.
15. Аппроксимация горения и детонации.
16. Программы контроля скорости детонации.
17. Программы, реализующие кинетики Тарвера и Морозова-Карпенко.
18. Газодинамические неустойчивости.
19. Основные типы неустойчивостей.
20. Условие неустойчивости произвольного адиабатического движения жидкости.

21. Описание явления турбулентности.
22. Понятие масштаба и энергии турбулентности, поведение спектра энергии в зависимости от масштаба.
23. История развития моделей ТП.
24. Классификация методов описания турбулентности.
25. Мелкомасштабная турбулентность.
26. Понятие о турбулентной вязкости.
27. Модели турбулентной вязкости: пути смешения, Кармана, Колмогорова.
28. Методы осреднения газодинамических величин.
29. Метод Рейнольдса.
30. Метод Фавра.
31. Связь между двумя методами осреднения.
32. Понятие корреляции величин.
33. Вывод уравнений модели ТП.
34. Одномерная модель турбулентности Беленького, Фрадкина, Неуважаева.
35. Уравнения модели ТП в общем случае многомерных течений сжимаемой среды.
36. Классификация моделей турбулентности.
37. Реализация k-ε модели в коде ЭГАК.
38. Модификация уравнений модели для методики ЭГАК.
39. Исследование балансности модели.
40. Аппроксимация уравнений модели.
41. Расщепление на этапы.
42. Определение констант модели.
43. Вывод уравнений для некоторых простейших турбулентных течений.
44. Затухание однородной изотропной турбулентности.
45. Эволюция однородной турбулентности при быстром однородном сжатии.
46. Нейтрально стратифицированный турбулентный пограничный слой.
47. Гравитационное перемешивание плоского слоя раздела.
48. Сдвиговое перемешивание плоского слоя раздела.
49. Анализ ЭВМ для численного моделирования ТП.
50. Прямое численное моделирование. RANS модели турбулентности.
51. Численное моделирование ТП.
52. Гравитационное перемешивание.
53. Перемешивание при знакопеременном ускорении.
54. Сдвиговое турбулентное перемешивание.

55. Плавающая струя.
56. Турбулентное перемешивание при взаимодействии зоны ТП с ударной волной.
57. Численное моделирование ТП в трехслойных газовых системах.

5.2.2 Оценочные средства для рубежного контроля

5.2.2.1 Примерные вопросы для контрольной работы (Кр)

1. Уравнения движения упругопластических течений.
2. Исходные уравнения.
3. Тензор напряжений.
4. Тензор скоростей деформаций.
5. Закон Гука.
6. Условие Мизеса.
7. Первый и второй инварианты.
8. Аппроксимация уравнений движения упругопластических течений.
9. Уравнения движения.
10. Уравнение энергии.
11. Горение и детонация.
12. Медленное горение.
13. Детонация.
14. Кинетики выгорания ВВ Аррениуса, Тарвера и Морозова-Карпенко.
15. Аппроксимация горения и детонации.
16. Программы контроля скорости детонации.
17. Программы, реализующие кинетики Тарвера и Морозова-Карпенко.
18. Газодинамические неустойчивости.
19. Основные типы неустойчивостей.
20. Условие неустойчивости произвольного адиабатического движения жидкости.
21. Описание явления турбулентности.
22. Понятие масштаба и энергии турбулентности, поведение спектра энергии в зависимости от масштаба.
23. История развития моделей ТП.
24. Классификация методов описания турбулентности.
25. Мелкомасштабная турбулентность.
26. Понятие о турбулентной вязкости.
27. Модели турбулентной вязкости: пути смешения, Кармана, Колмогорова.
28. Методы осреднения газодинамических величин.

29. Метод Рейнольдса.
30. Метод Фавра.
31. Связь между двумя методами осреднения.
32. Понятие корреляции величин.
33. Вывод уравнений модели ТП.
34. Одномерная модель турбулентности Беленького, Фрадкина, Неуважаева.
35. Уравнения модели ТП в общем случае многомерных течений сжимаемой среды.
36. Классификация моделей турбулентности.
37. Реализация k-ε модели в коде ЭГАК.
38. Модификация уравнений модели для методики ЭГАК.
39. Исследование балантности модели.
40. Аппроксимация уравнений модели.
41. Расщепление на этапы.
42. Определение констант модели.
43. Вывод уравнений для некоторых простейших турбулентных течений.
44. Затухание однородной изотропной турбулентности.
45. Эволюция однородной турбулентности при быстром однородном сжатии.
46. Нейтрально стратифицированный турбулентный пограничный слой.
47. Гравитационное перемешивание плоского слоя раздела.
48. Сдвиговое перемешивание плоского слоя раздела.
49. Анализ ЭВМ для численного моделирования ТП.
50. Прямое численное моделирование. RANS модели турбулентности.
51. Численное моделирование ТП.
52. Гравитационное перемешивание.
53. Перемешивание при знакопеременном ускорении.
54. Сдвиговое турбулентное перемешивание.
55. Плавающая струя.
56. Турбулентное перемешивание при взаимодействии зоны ТП с ударной волной.
57. Численное моделирование ТП в трехслойных газовых системах.

5.2.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации

5.2.3.1 Примерные вопросы к зачету

1. Уравнения движения упругопластических течений.
2. Исходные уравнения.
3. Тензор напряжений.

4. Тензор скоростей деформаций.
5. Закон Гука.
6. Условие Мизеса.
7. Первый и второй инварианты.
8. Аппроксимация уравнений движения упругопластических течений.
9. Уравнения движения.
10. Уравнение энергии.
11. Горение и детонация.
12. Медленное горение.
13. Детонация.
14. Кинетики выгорания ВВ Аррениуса, Тарвера и Морозова-Карпенко.
15. Аппроксимация горения и детонации.
16. Программы контроля скорости детонации.
17. Программы, реализующие кинетики Тарвера и Морозова-Карпенко.
18. Газодинамические неустойчивости.
19. Основные типы неустойчивостей.
20. Условие неустойчивости произвольного адиабатического движения жидкости.
21. Описание явления турбулентности.
22. Понятие масштаба и энергии турбулентности, поведение спектра энергии в зависимости от масштаба.
23. История развития моделей ТП.
24. Классификация методов описания турбулентности.
25. Мелкомасштабная турбулентность.
26. Понятие о турбулентной вязкости.
27. Модели турбулентной вязкости: пути смешения, Кармана, Колмогорова.
28. Методы осреднения газодинамических величин.
29. Метод Рейнольдса.
30. Метод Фавра.
31. Связь между двумя методами осреднения.
32. Понятие корреляции величин.
33. Вывод уравнений модели ТП.
34. Одномерная модель турбулентности Беленького, Фрадкина, Неуважаева.
35. Уравнения модели ТП в общем случае многомерных течений сжимаемой среды.
36. Классификация моделей турбулентности.
37. Реализация k-ε модели в коде ЭГАК.

38. Модификация уравнений модели для методики ЭГАК.
39. Исследование балансности модели.
40. Аппроксимация уравнений модели.
41. Расщепление на этапы.
42. Определение констант модели.
43. Вывод уравнений для некоторых простейших турбулентных течений.
44. Затухание однородной изотропной турбулентности.
45. Эволюция однородной турбулентности при быстром однородном сжатии.
46. Нейтрально стратифицированный турбулентный пограничный слой.
47. Гравитационное перемешивание плоского слоя раздела.
48. Сдвиговое перемешивание плоского слоя раздела.
49. Анализ ЭВМ для численного моделирования ТП.
50. Прямое численное моделирование. RANS модели турбулентности.
51. Численное моделирование ТП.
52. Гравитационное перемешивание.
53. Перемешивание при знакопеременном ускорении.
54. Сдвиговое турбулентное перемешивание.
55. Плавающая струя.
56. Турбулентное перемешивание при взаимодействии зоны ТП с ударной волной.
57. Численное моделирование ТП в трехслойных газовых системах.

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 «удовлетворительно»	E	Оценка «удовлетворительно» 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.
60-64			
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. Учебное пособие «Автоматизированное проектирование в ИПИ-технологиях», ПГУПС, С., В., Ф., И., Г., С. ПГУПС, 2010, 125 с.
2. В. Параметрическое моделирование строительных конструкций. Учебное пособие.- Санкт-Петербург ПГУПС, 2011, 46 с.

3. В. Разработка моделей конструкций и сооружений. Учебное пособие- Санкт-Петербург: ПГУПС, 2009, 85 с.
4. Основы автоматизированного проектирования: Учеб. Для вузов. 2-е изд 3-е, переработанное и доп.- М.: изд-во МГТУ им. Баумана, 2006, 447 с.
5. Теория и практика рационального выбора: Монография. – М.: Маршрут, 2004, 461 с.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Системы автоматизированного проектирования. Основные положения. ГОСТ 23501.101-87. -М.: Издательство стандартов, 1987.
2. ЕСКД Единая система конструкторской документации - комплекс государственных стандартов
3. СПДС Система проектной документации для строительства - комплекс нормативных организационно-методических документов.

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

1. Операционные системы Windows,
2. Стандартные офисные программы,
3. Комплекс программ «ЭГИДА».

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

1. Личный кабинет обучающегося и электронная информационно-образовательная среда. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://sdo.pgups.ru/> (для доступа к полнотекстовым документам требуется авторизация).
2. Электронно-библиотечная система ЛАНЬ [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://e.lanbook.com/books> - Загл. с экрана.
3. Электронно-библиотечная система IPRbooks [Электронный ресурс].

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Для проведения практических занятий по дисциплине «Системы компьютерного инжиниринга (САЕ-системы Комплекс программ ЭГИДА)» предусмотрены специализированные компьютерные классы учебных корпусов СарФТИ НИЯУ МИФИ с

возможностью подключения к сети Интернет. 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 рекомендованной литературой, выполняют практические работы, готовятся к зачету. 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 «Системы компьютерного инжиниринга (САЕ-системы Комплекс программ ЭГИДА)» 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 зачет.

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. Необходимо отметить особенности материала данного курса, указать, с основами каких предметов должен быть знаком студент к моменту изучения данной дисциплины, какими основными понятиями, методами и представлениями должен владеть студент, начиная изучение данной дисциплины.

Так как учебным планом предусмотрены практические занятия, целесообразно акцентировать внимание студентов на необходимости дальнейшего использования полученных знаний при выполнении работ на производственной практике, а также для подготовки и защиты магистерской диссертации.

Проработку материала рекомендуется проводить после завершения определённой темы, что даёт возможность составить более целостную картину изучаемой проблемы. Не следует стремиться к механическому запоминанию формулировок, положений, формул.

Для понимания материала эффективным является активная самостоятельная работа при выполнении практических заданий, изучении дополнительных материалов. Это нужно не преподавателю, а прежде всего – самому студенту для формирования прочных знаний и их практического применения в жизни. Под руководством преподавателя также рекомендуется выполнение индивидуальных заданий, посещение международных и всероссийских конференций.

При организации самостоятельной работы студентов следует указать им на наличие в сети Интернет полного описания всех, находящихся на «страничках» Российского образовательного портала (www.education.ru).

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: профессор кафедры ПМ, д.ф-м.н., профессор Ю.В. Янилкин

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