

КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ им.аль-Фараби
Факультет механико-математический
Кафедра механики

Утверждено
на заседании Ученого совета факультета
Протокол № 12 от «27» июня 2014 г.
Декан факультета

_____ Кыдырбекулы А.Б.

СИЛЛАБУС

ПЭМ 8 «Основы механики машин и вычислительная механика»
ММ 3308, Вычислительная механика

3 курс, р/о, 6 семестр (весенний), 3 кредита, специальность «5В060300– Механика», курс по выбору

Лектор:

Беляев Ержан Келесович, PhD кафедры механики, специалист в области механики жидкости и газа.

Телефон: 8 (727) 377-31-93, 8 (777) 138-09-67

e-mail: Yerzhan.Belyaev@kaznu.kz

каб.: 102

Преподаватель по лабораторным занятием:

Колдас Асетжан Бактыханулы, магистр кафедры механики, специалист в области механики жидкости и газа.

Телефон: 8 (727) 377-31-93, 8 (707) 257-13-43

e-mail: koldas.aset@gmail.com

каб.: 108

Данная программа курса регламентирует занятия в форме лекций. Практическое закрепление материала осуществляется в рамках лабораторных занятий и СРСП в соответствии с расписанием и данной программой. Задания на самостоятельную работу СРС выдает лектор курса, прием самостоятельной работы осуществляется также лектором курса в установленные сроки. Рубежные задания принимает преподаватель практических занятий.

Цели и задачи дисциплины:

Цели: преподавать студентам основные вычислительные методы в механике, научить их выводить основные уравнения и ознакомить с основополагающими аксиомами, гипотезами и современными подходами в моделировании задач механики. Целью дисциплины является ознакомить студентов с основными численными процедурами и методами и научить применять эти методы при расчетах. В результате изучения курса студенты должны: а) знать основные вычислительные модели и методы; б) знать принципы построения таких моделей и методов; в) приобрести навыки исследования задач механики.

Задачи: обучить студентов строить математические модели и привить навыки решения различных задач механики. В современном мире вычислительные методы стали неотъемлемой частью во многих отраслях науки и техники, в частности, в задачах механики. Так как многие дифференциальные уравнения, описывающие тот или иной физический процесс, являются нелинейными, для их решения в основном используются численные методы анализа. Однако, при этом, требуется, прежде всего построить надежную математическую модель, пригодную для проведения расчетов основных

характеристик данного физического процесса. Ознакомление студентов с методами и моделями такого рода поэтому является первоочередной задачей настоящего курса. В рамках данного курса студенты ознакомятся с основными численными методами и вычислительными инструментами, применительно к задачам механики.

Компетенции (результаты обучения):

- Общие компетенции:

инструментальные: умение оценивать методологические подходы, осуществлять их критический анализ и при необходимости предлагать новые гипотезы;

межличностные: умение самостоятельно развивать и углублять свои знания и приобретать новые навыки на высоком профессиональном уровне; знание иностранного языка в объеме достаточном для свободного общения на произвольные темы;

системные: умение самостоятельно планировать этапы решения профессиональных задач и реализовывать их в срок; демонстрировать самостоятельность и оригинальный подход при решении проблем, умение обосновывать и принимать решения.

- Предметные компетенции: обладание глубокими системными знаниями в области вычислительной механики, знание современных вычислительных инструментов (Maple, MatLab, Fortran, C++ и др.); знание методов создания и использования математических моделей для описания и прогнозирования различных физических процессов.

Пререквизиты:

- математический анализ;
- дифференциальные уравнения;
- уравнения математической физики;
- теоретическая механика;
- механика сплошной среды;
- основы тепло и массопереноса;
- численные методы;
- программирование на алгоритмическом языке: Fortran, C++;
- пакеты прикладных программ: Maple, MatLab.

Постреквизиты:

- Вычислительная механика, Maple, C++.

СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Неделя	Название темы	Кол-во часов	Максимальный балл
Модуль №1 – Математическое моделирование и решение прикладных задач			
1	Лекция 1-2. Простые математические модели. Законы сохранения и прикладные задачи. Пакеты программ и программирование.	2	-
	Лабораторное занятие 1. Пакет прикладных программ – Maple 15 и программирование на основе составленного алгоритма.	2	-
	СРС(П) 1. Консультация по заданиям СРС 1.	1	-
Модуль №2 – Аппроксимация и ошибки округления			
2	Лекция 3-4. Точность вычисления. Погрешность и точность. Определение ошибки. Ошибки округления.	2	-
	Лабораторное занятие 2. Решение задач с определением точности вычисления.	2	7
	СРС(П) 2. Консультация по темам лекции.	1	-
Модуль №3 – Ряды Тейлора			
3	Лекция 5-6. Ряд Тейлора. Общая ошибка вычисления. Грубые ошибки и неопределенность данных.	2	-

	Лабораторное занятие 3. Приближенные решения математических функций с помощью ряда Тейлора.	2	7
	СРС(П) 3. Консультация по заданиям СРС 1.	1	-
Модуль №4 – Итерационные методы			
4	Лекция 7-8. Метод простой итерации. Метод Ньютона. Метод Ньютона-Рафсона. Метод касательных. Метод дихотомии (деление отрезка пополам).	2	-
	Лабораторное занятие 4. Численное использование методов простой итерации, Ньютона, дихотомии.	2	7
	СРС(П) 4. Прием СРС 1.	1	18
Модуль №5 – Интерполяционные методы.			
5	Лекция 9-10. Роль интерполяционных методов в науке и прикладных задачах. Метод Лагранжа. Метод Мюллера.	2	-
	Лабораторное занятие 5. Интерполяционные вычисления. Метод Ньютона.	2	7
	СРС(П) 5. Консультация по темам лекции.	1	-
Модуль №6 – Прямые методы решение системы линейных алгебраических уравнений.			
6	Лекция 11-12. Численное решение системы линейных алгебраических уравнений. Метод исключения Гаусса. Ошибки метода исключения. Метод Гаусса-Жордана. Определение обратной матрицы. Метод LU декомпозиции.	2	-
	Лабораторное занятие 6. Численное решение системы линейных алгебраических уравнений.	2	7
	СРС(П) 6. Коллоквиум	1	20
Модуль №7 – Численное интегрирование и дифференцирование.			
7	Лекция 13-14. Методы Рунге-Кутты, Адамса. Методы Эйлера, Трапеции, Симпсона. Экстраполяционные методы.	2	-
	Лабораторное занятие 7. Применения методов Рунге-Кутты для прикладных задач. Решение интегралов методом Симпсона.	2	7
	СРС(П) 7. Контрольная работа.	1	20
	1 Рубежный контроль		100
8	Midterm exam		100
Модуль №8 – Итерационные методы решение системы линейных алгебраических уравнений.			
8	Лекция 15-16. Методы Якоби, Гаусса-Зейделя, верхней релаксации, Либмана.	2	-
	Лабораторное занятие 8. Применение итерационных методов для уравнения Лапласа и Пуассона.	2	7
	СРС(П) 8. Консультация по темам лекции.	1	-
Модуль №9 – Метод прогонки для решения системы линейных алгебраических уравнений. Многошаговые методы			
9	Лекция 17-18. Виды прогонок. Метод Мак-Кормака. Метод дробных шагов. Метод переменных направлений.	2	-
	Лабораторное занятие 9. Решение СЛАУ с помощью методов прогонки.	2	7
	СРС(П) 9. Консультация по заданиям СРС 2.	1	-
Модуль № 10 – Метод конечных разностей. Эллиптические уравнения.			
10	Лекция 19-20. Уравнение Лапласа, Пуассона. Метод конечных объемов. Начальные и граничные условия.	2	-
	Лабораторное занятие 10. Решение эллиптических	2	7

	уравнении методом конечных объемов.		
	СРС(П) 10. Прием СРС 2.	1	24
Модуль № 11 – Метод конечных разностей. Параболические уравнения.			
11	Лекция 21-22. Уравнение теплопроводности. Явные и неявные методы. Начальные и граничные условия.	2	-
	Лабораторное занятие 11. Решение параболических уравнений с помощью неявных методов.	2	7
	СРС(П) 11. Консультация по темам лекции.	1	-
Модуль № 12 – Метод конечных разностей. Гиперболические уравнения.			
12	Лекция 23-24. Уравнение переноса, линейное уравнение Бюргерса. Первое дифференциальное приближение. Численная диффузия. Начальные и граничные условия.	2	-
	Лабораторное занятие 12. Численное решение уравнения переноса.	2	7
	СРС(П) 12. Консультация по темам лекции.	1	-
Модуль № 13 – Пакеты прикладных программ для моделирования задач механики.			
13	Лекция 25-26. Математическая модель течения в каверне. Способы численного моделирования задачи течения в каверне. Начальные и граничные условия.	2	-
	Лабораторное занятие 13. Моделирование задачи течения в каверне с использованием пакетов прикладных программ.	2	7
	СРС(П) 13. Коллоквиум.	1	20
14	Лекция 27-28. Математическая модель напряженного состояния пластины. Начальные и граничные условия.	2	-
	Лабораторное занятие 14. Моделирование задачи напряженного состояния пластины с использованием пакетов прикладных программ.	2	7
	СРС(П) 14. Консультация по темам лекции.	1	-
15	Лекция 29-30. Математические модели двухфазных течений. Начальные и граничные условия.	2	-
	Лабораторное занятие 15. Моделирование задач двухфазных течений с использованием пакетов прикладных программ	2	7
	СРС(П) 15. Консультация по темам лекции.	1	-
	2 Рубежный контроль		100
	Экзамен		100
	ВСЕГО		100

$$\text{Итоговая оценка по дисциплине} = \frac{PK1 + PK2}{2} \cdot 0,6 + 0,1MT + 0,3ИК$$

Здесь PK1, PK2 – оценки рубежного контроля (сумма оценок текущего контроля), MT – оценка за MidtermExam; ИК – оценка итогового контроля (экзамен во время сессии). Итоговая оценка по дисциплине рассчитывается и округляется в системе «Универ» автоматически.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная:

1. Steven C. Chapra, Raymond P. Canale Numerical Methods for Engineers // 6th Edition, McGrawHill Higher Education, ISBN 978-0-07-340106-5, P. 994.
2. Самарский. Теория разностных схем. Наука. 1980г.
3. Д. Андерсон, Дж. Таннехилл, Р. Плетчер Вычислительная гидромеханика и теплообмен. Том 1-2, Москва «Мир» 1990. – 726 с.

4. К. Флетчер Вычислительные методы в динамике жидкостей. Том 1-2, Москва «Мир» 1991. Том 1 – 502 с., Том 2 – 552 с.
5. П. Роуч Вычислительная гидродинамика. Москва «Мир» 1980, 616 с.
6. Марчук Г.И. Методы вычислительной математики. М.: Наука. 1980г.
7. OpenFOAM User Guide. 2014.

Дополнительная:

1. Роже Пейре, Томас Д. Тейлор. Вычислительные методы в задачах механики жидкости.//Ленинград, 1986г, 350 стр.
2. Хейгеман Л., Янг Д. Прикладные итерационные методы. Мир. 1996г, 446 с.
3. T. J. Chung Computational Fluid Dynamics. Cambridge University Press, 2002, p. 1012

АКАДЕМИЧЕСКАЯ ПОЛИТИКА КУРСА

Все виды работ необходимо выполнять и защищать в указанные сроки. Студенты, не сдавшие очередное задание или получившие за его выполнение менее 50% баллов, имеют возможность отработать указанное задание по дополнительному графику. Студенты, пропустившие лабораторные занятия по уважительной причине, отрабатывают их в дополнительное время в присутствии лаборанта, после допуска преподавателя. Студенты, не выполнившие все виды работ, к экзамену не допускаются. Кроме того, при оценке учитывается активность и посещаемость студентов во время занятий.

Будьте толерантны, уважайте чужое мнение. Возражения формулируйте в корректной форме. Плагиат и другие формы нечестной работы недопустимы. Недопустимы подсказывание и списывание во время сдачи СРС, промежуточного контроля и финального экзамена, копирование решенных задач другими лицами, сдача экзамена за другого студента. Студент, уличенный в фальсификации любой информации курса, несанкционированном доступе в Интранет, пользовании шпаргалками, получит итоговую оценку «F».

За консультациями по выполнению самостоятельных работ (СРС), их сдачей и защитой, а также за дополнительной информацией по пройденному материалу и всеми другими возникающими вопросами по читаемому курсу обращайтесь к преподавателю в период его офис-часов.

Оценка по буквенной системе	Цифровой эквивалент баллов	%-ное содержание	Оценка по традиционной системе
A	4,0	95-100	Отлично
A-	3,67	90-94	
B+	3,33	85-89	Хорошо
B	3,0	80-84	
B-	2,67	75-79	
C+	2,33	70-74	Удовлетворительно
C	2,0	65-69	
C-	1,67	60-64	
D+	1,33	55-59	
D-	1,0	50-54	Неудовлетворительно
F	0	0-49	
I (Incomplete)	-	-	«Дисциплина не завершена» (не учитывается при вычислении GPA)

P (Pass)	-	-	«Зачтено» (не учитывается при вычислении GPA)
NP (No Pass)	-	-	«Не зачтено» (не учитывается при вычислении GPA)
W (Withdrawal)	-	-	«Отказ от дисциплины» (не учитывается при вычислении GPA)
AW (Academic Withdrawal)			Снятие с дисциплины по академическим причинам (не учитывается при вычислении GPA)
AU (Audit)	-	-	«Дисциплина прослушана» (не учитывается при вычислении GPA)
Атт.		30-60 50-100	Аттестован
Не атт.		0-29 0-49	Не аттестован
R (Retake)	-	-	Повторное изучение дисциплины

*Рассмотрено на заседании кафедры
протокол № 42 от «24» июня 2014 г.*

Зав.кафедрой

Калтаев А.

Лектор

Беляев Е. К.