

**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](mailto: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](mailto: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
<b>Модуль №1 – Математическое моделирование и решение прикладных задач</b>			
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	-
<b>Модуль №2 – Аппроксимация и ошибки округления</b>			
2	Лекция 3-4. Точность вычисления. Погрешность и точность. Определение ошибки. Ошибки округления.	2	-
	Лабораторное занятие 2. Решение задач с определением точности вычисления.	2	<b>7</b>
	СРС(П) 2. Консультация по темам лекции.	1	-
<b>Модуль №3 – Ряды Тейлора</b>			
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	-
<b>Модуль №4 – Итерационные методы</b>			
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
<b>Модуль №5 – Интерполяционные методы.</b>			
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	-
<b>Модуль №6 – Прямые методы решение системы линейных алгебраических уравнений.</b>			
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
<b>Модуль №7 – Численное интегрирование и дифференцирование.</b>			
7	Лекция 13-14. Методы Рунге-Кутта, Адамса. Методы Эйлера, Трапеции, Симпсона. Экстраполяционные методы.	2	-
	Лабораторное занятие 7. Применения методов Рунге-Кутта для прикладных задач. Решение интегралов методом Симпсона.	2	7
	СРС(П) 7. Контрольная работа.	1	20
	<b>1 Рубежный контроль</b>		<b>100</b>
8	<b>Midterm exam</b>		<b>100</b>
<b>Модуль №8 – Итерационные методы решение системы линейных алгебраических уравнений.</b>			
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	-
<b>Модуль №9 – Метод прогонки для решения системы линейных алгебраических уравнений. Многошаговые методы</b>			
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	-
<b>Модуль № 10 – Метод конечных разностей. Эллиптические уравнения.</b>			
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
<b>Модуль № 11 – Метод конечных разностей. Параболические уравнения.</b>			
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	-
<b>Модуль № 12 – Метод конечных разностей. Гиперболические уравнения.</b>			
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	-
<b>Модуль № 13 – Пакеты прикладных программ для моделирования задач механики.</b>			
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	-
	<b>2 Рубежный контроль</b>		<b>100</b>
	<b>Экзамен</b>		<b>100</b>
	<b>ВСЕГО</b>		<b>100</b>

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

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 // 6<sup>th</sup> 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.**