

СИЛЛАБУС
Весенний семестр 2025-2026 учебного года
Образовательная программа «Прикладная математика»

ID и наименование дисциплины	Самостоятельная работа студента (CPC)	Кол-во кредитов			Общее кол-во кредитов	Самостоятельная работа студента под руководством преподавателя (CPCP)				
		Лекции (Л)	Практ. занятия (ПЗ)	Лаб. занятия (ЛЗ)						
ID MMDS 4309 Математическое моделирование деформируемых сред	4	1.7	0	3.3	5	6				
АКАДЕМИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИЯ О ДИСЦИПЛИНЕ										
Формат обучения	Цикл, компонент	Типы лекций		Типы практических занятий	Форма и платформа итогового контроля					
оффлайн	ПД	Информационные, практические		Разработка математических моделей и алгоритмов программных кодов численного анализа моделей.	устная					
Лектор	Хаджиева Леля Азретовна, профессор, доктор физико-математических наук									
e-mail:	khadle@mail.ru									
Телефон:	+7 707 234 6500									
АКАДЕМИЧЕСКАЯ ПРЕЗЕНТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ										
Цель дисциплины	Ожидаемые результаты обучения (РО)* В результате изучения дисциплины обучающийся будет способен:				Индикаторы достижения РО (ИД)					
Сформировать знания по теории деформируемых сред для практического применения при моделировании процессов и явлений на новом качественном уровне.	РО1. Демонстрировать понимание и способность применения основных законов и положений теории деформируемых сред, применять их при моделировании прикладных задач естествознания.				ИД1.1: Понимание тензоров деформации и напряжения, их компонентов, инвариантов начальных напряжений Био, упругих потенциалов, формулы Грина.					
	РО2. критически анализировать проблемы деформируемых сред.				ИД1.2: Объяснение условия равновесия, граничные условия, принцип Сен-Венана.					
	РО3. создавать математические модели различных деформируемых сред и находить методы их решения.				ИД1.3: Умение применять основных положение теории деформируемых сред при моделировании прикладных задач механических систем.					
	ИД2.1: Понимание основных принципов геометрически нелинейных систем.				ИД2.1: Понимание основных принципов геометрически нелинейных систем.					
	ИД2.2: Понимание основных принципов физически нелинейных систем.				ИД2.2: Понимание основных принципов физически нелинейных систем.					
	ИД2.3: Классификация основных задач теории упругости.				ИД2.3: Классификация основных задач теории упругости.					
	ИД3.1: Создание линейных математических моделей различных деформируемых сред.				ИД3.1: Создание линейных математических моделей различных деформируемых сред.					
	ИД3.2: Создание нелинейных математических моделей различных деформируемых сред.				ИД3.2: Создание нелинейных математических моделей различных деформируемых сред.					
	ИД3.3: Применение методов Ритца и Бубнова-Галёркина для решения математических моделей.				ИД3.3: Применение методов Ритца и Бубнова-Галёркина для решения математических моделей.					

	<p>РО4. оценивать значимость разработки математических моделей деформируемых сред, давать четкое и полное описание исследуемых процессов.</p>	<p>ИД4.1: Оценивание линейных математических моделей различных деформируемых сред.</p> <p>ИД4.2: Оценивание нелинейных математических моделей различных деформируемых сред.</p> <p>ИД4.3: Определение и описание нелинейных процессов</p>
	<p>РО5. Синтезировать, интерпретировать и критически анализировать математические модели деформируемых сред, знать методы их аналитического и численного решения, применять для решения различных научных и технических исследовательских задач.</p>	<p>ИД5.1: Создание и применение геометрически нелинейных моделей деформируемых сред в прикладных задачах.</p> <p>ИД5.2: Создание и применение физически нелинейных моделей деформируемых сред в прикладных задачах.</p> <p>ИД5.3 Умение анализировать результаты математического и компьютерного моделирования прикладных задач деформируемых сред.</p>
Пререквизиты	Программирование, теоретическая механика, механика сплошной среды, дифференциальные уравнения, уравнения математической физики	
Постреквизиты	Дальнейшие курсы по специальности	
Учебные ресурсы	<p>Литература:</p> <p>Основная литература:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. V.V. Novozhilov. Foundations of the Nonlinear Theory of Elasticity. Dover Publications, Inc., Mineola, New York, 1999. 2. A.L. Fetter, J.D. Walecka. Nonlinear mechanics: A supplement to theoretical mechanics of particles and continua. Dover Publications Inc., 2006. 3. A. Ibrahimovic. Nonlinear solid mechanics: Theoretical formulations and finite element solution methods. Springer Science & Business Media, 2009. 4. S. Wiggins. Introduction to applied nonlinear dynamical systems and chaos. Springer-Verlag, New-York, 2003. 5. A.H. Nayfeh, B. Balachandran. Applied nonlinear dynamics: Analytical, computational, and experimental methods, Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim. 2004. <p>Additional reading:</p> <p>Дополнительная литература:</p> <ol style="list-style-type: none"> 6. O.V. Rudenko, C.M. Hedberg. Strong and weak nonlinear dynamics: Models, classification, examples. 7. S.H. Strogatz. Nonlinear dynamics and chaos: With applications to physics, biology, chemistry, and engineering, 2nd edition. Westview Press, 2014. 8. В.И. Ерофеев, В.В. Кажаев, Н.П. Семерикова. «Волны в стержнях. Дисперсия. Диссипация. Нелинейность». Физматлит, Москва, 2002. <p>Интернет-ресурсы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. L. Perko. Differential equations and dynamical systems, 3rd edition. Springer-Verlag, New-York, Inc., 2001. https://www.amazon.com/Differential-Equations-Dynamical-Systems-Mathematics/dp/0387951164 2. https://elibrary.kaznu.kz/ru/ 3. https://books.google.com/books/about/%D0%9A%D0%BE%D0%BC%D0%BF%D1%8C%D1%8E%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D0%BC%D0%BE%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D0%B8%D1%80.html?id=xm9skgAACAAJ 	

Академическая политика дисциплины	<p>Академическая политика дисциплины определяется <u>Академической политикой и Политикой академической честности КазНУ имени аль-Фараби</u>. Документы доступны на главной странице ИС Univer.</p> <p>Интеграция науки и образования. Научно-исследовательская работа студентов, магистрантов и докторантов – это углубление учебного процесса. Она организуется непосредственно на кафедрах, в лабораториях, научных и проектных подразделениях университета, в студенческих научно-технических объединениях. Самостоятельная работа обучающихся на всех уровнях образования направлена на развитие исследовательских навыков и компетенций на основе получения нового знания с применением современных научно-исследовательских и информационных технологий. Преподаватель исследовательского университета интегрирует результаты научной деятельности в тематику лекций и семинарских (практических) занятий, лабораторных занятий и в задания СРОП, СРО, которые отражаются в силлабусе и отвечают за актуальность тематик учебных занятий и заданий.</p> <p>Посещаемость. Дедлайн каждого задания указан в календаре (графике) реализации содержания дисциплины. Несоблюдение дедлайнов приводит к потере баллов.</p> <p>Академическая честность. Практические/лабораторные занятия, СРО развивают у обучающегося самостоятельность, критическое мышление, креативность. Недопустимы плагиат, подлог, использование шпаргалок, списывание на всех этапах выполнения заданий. Соблюдение академической честности в период теоретического обучения и на экзаменах помимо основных политик регламентируют <u>«Правила проведения итогового контроля»</u>, <u>«Инструкции для проведения итогового контроля осеннего/весеннего семестра текущего учебного года»</u>, <u>«Положение о проверке текстовых документов обучающихся на наличие заимствований»</u>.</p> <p>Документы доступны на главной странице ИС Univer.</p> <p>Основные принципы инклюзивного образования. Образовательная среда университета задумана как безопасное место, где всегда присутствуют поддержка и равное отношение со стороны преподавателя ко всем обучающимся и обучающихся друг к другу независимо от гендерной, расовой/ этнической принадлежности, религиозных убеждений, социально-экономического статуса, физического здоровья студента и др. Все люди нуждаются в поддержке и дружбе ровесников и сокурсников. Для всех студентов достижение прогресса скорее в том, что они могут делать, чем в том, что не могут. Разнообразие усиливает все стороны жизни.</p> <p>Все обучающиеся, особенно с ограниченными возможностями, могут получать консультативную помощь по телефону/ e-mail khadle@mail.ru.</p> <p>Интеграция МООС (massive open online course). В случае интеграции МООС в дисциплину, всем обучающимся необходимо зарегистрироваться на МООС. Сроки прохождения модулей МООС должны неукоснительно соблюдаться в соответствии с графиком изучения дисциплины.</p> <p>ВНИМАНИЕ! Дедлайн каждого задания указан в календаре (графике) реализации содержания дисциплины, а также в МООС. Несоблюдение дедлайнов приводит к потере баллов.</p>
--	---

ИНФОРМАЦИЯ О ПРЕПОДАВАНИИ, ОБУЧЕНИИ И ОЦЕНИВАНИИ

Балльно-рейтинговая буквенная система оценки учета учебных достижений				Методы оценивания
Оценка	Цифровой эквивалент баллов	Баллы, % содержание	Оценка по традиционной системе	
A	4,0	95-100	Отлично	Критериальное оценивание – процесс соотнесения реально достигнутых результатов обучения с ожидаемыми результатами обучения на основе четко выработанных критерииев. Основано на формативном и суммативном оценивании.
A-	3,67	90-94		Формативное оценивание – вид оценивания, который проводится в ходе повседневной учебной деятельности. Является текущим показателем успеваемости. Обеспечивает оперативную взаимосвязь между обучающимся и преподавателем. Позволяет определить возможности обучающегося, выявить трудности, помочь в достижении наилучших результатов, своевременно корректировать преподавателю образовательный процесс. Оценивается выполнение заданий, активность работы в аудитории во время лекций, семинаров, практических занятий (дискуссии, викторины, дебаты, круглые столы, лабораторные работы и т. д.). Оцениваются приобретенные знания и компетенции.
B+	3,33	85-89	Хорошо	Суммативное оценивание – вид оценивания, который проводится по завершению изучения раздела в соответствии с программой дисциплины. Проводится 3-4 раза за семестр при выполнении СРС. Это оценивание освоения ожидаемых

				результатов обучения в соотнесенности с дескрипторами. Позволяет определять и фиксировать уровень освоения дисциплины за определенный период. Оцениваются результаты обучения.
B	3,0	80-84	Удовлетворительно	Формативное и суммативное оценивание
B-	2,67	75-79		Активность на лекциях
C+	2,33	70-74		Работа на практических занятиях
C	2,0	65-69		Самостоятельная работа
C-	1,67	60-64		Проектная и творческая деятельность
D+	1,33	55-59		Итоговый контроль (экзамен)
D	1,0	50-54		ИТОГО
FX	0,5	25-49		
F	0	0-24		

Календарь (график) реализации содержания дисциплины. Методы преподавания и обучения.

Неделя	Название темы	Кол-во часов	Макс. балл
МОДУЛЬ 1. Моделирование систем с одной или несколькими степенями свободы			
1	Л1. Вводная. Сплошные среды, их классификация. Степени свободы. Основные принципы построения математических моделей. Равновесное и динамическое состояния абсолютно твердых тел, принципы их построения.	1	0
	ЛЗ 1. Моделирование колебаний динамической системы с 1 степенью свободы (маятник, пружина с массой на конце) на основе уравнения Лагранжа 2-го рода.	1	0
2	Л 2 Принцип Гамильтона. Лагранжиан. Вариационный принцип Остроградского-Гамильтона. Построение математической модели колебаний маятника.	1	2
	ЛЗ 2. Построение модели колебаний динамической системы с 2 степенями свободы (колебания маятника) на основе уравнения Лагранжа 2-го рода.	2	8
	СРСП 1. Консультация по выполнению СРС 1	1	
3	Л. 3 Вариационный принцип Остроградского-Гамильтона. Моделирование колебаний маятника методом Остроградского-Гамильтона.	1	2
	ЛЗ. 3 Моделирование колебаний массы на пружине с учетом подвижности точки крепления пружины.	2	8
	СРС 1. Моделирование колебаний массы на пружине методом Остроградского-Гамильтона.	1	15
4	Л 4. Основные допущения механики твердого тела. Внешние силы и их классификация. Интенсивность объемных и поверхностных сил. Примеры.	1	2

	Эйлерова и Лагранжева системы координат.		
	ЛЗ 4. Численное моделирование колебаний массы на пружине. Учет подвижности точки крепления пружины.	2	8
	СРСП 2. Консультация по выполнению СРС 2	1	

МОДУЛЬ 2. Напряженно-деформированное состояние сплошной среды

5	Л. 5. Деформируемые среды. Теория напряжений. Основные предпосылки и гипотезы механики деформируемых сред. Метод сечений. Внешние силы. Внутренние напряжения. Закон независимости действий для линейных задач. Нормальные и касательные напряжения. Правило знаков.	1	2
	ЛЗ.5 Вывод уравнений равновесия поверхностных сил в декартовой системе координат. Вывод для одной поверхности (ХОY). Парность касательных напряжений. Вывод.	2	8
	СРСП 3. Консультация по выполнению СРС 2.	1	
6	Л. 6. Тензор напряжений в декартовой системе координат. Статические условия на поверхности (условие на границе тела). Напряжения на наклонной площадке.	1	2
	ЛЗ. 6. Цилиндрические и сферические координаты. Переход от декартовой системы координат к сферической и цилиндрической. Уравнения равновесия в сферической и цилиндрической системах координат. (презентация)	2	8
	СРС 2. Вывод уравнения равновесия в декартовой системе координат для остальных поверхностей.	1	15
7	Л7. Кинематика деформируемой среды. Вектор смещения. Соотношения Коши. Тензор деформаций	1	2
	ЛЗ 7: Моделирование балки Эйлера-Бернулли.	2	8

Рубежный контроль 1

100

8	Л. 8. Дифференциальные уравнения равновесного состояния (движения) в деформациях в декартовой системе координат.	1	2
	ЛЗ. 8 Вариационный принцип Остроградского-Гамильтона для сплошных сред. Моделирование колебаний упругой струны на основе принципа Остроградского-Гамильтона.	2	8
	СРСП 4. Консультация по выполнению СРС 3.	1	
9	Л9. Уравнения непрерывности деформаций. Принцип Сен-Венана. Вывод Физические уравнения закона Гука. Обобщенный закон Гука. Основные уравнения и связи механики деформируемых сред в декартовой системе и криволинейной системе координат.	1	2
	ЛЗ. 9. Прямые задачи механики сплошных сред. Переход от деформированного состояния к напряженному состоянию и обратно. Определение напряжений. Примеры.	2	8
	СРС. 3 Определение тензора напряжений и деформаций через перемещения.		15
10	Л. 10. Основные задачи механики деформируемых сред. Плоское напряженное и плоское деформированное состояние. Основные уравнения плоской задачи. Функции напряжений Эри.	1	2
	ЛЗ 10. Плоская задача теории упругости в полярных координатах. Решение плоской задачи теории упругости в перемещениях	1	8
	СРСП 5. Консультация по выполнению СРС 4.	1	

МОДУЛЬ 3. Моделирование волновой динамики в упругих средах

11	Л. 11. Основные модели физически нелинейных сред. Упругие потенциалы. Частные случаи деформирования сплошных сред.	1	2
	ЛЗ. 11. Моделирование кручения вращающейся физически нелинейных валов методом Остроградского-Гамильтона.	2	8
12	Л. 12. Геометрически нелинейные деформируемые среды.. Теория конечных деформаций В.В. Новожилова. Тензор деформаций. Система упрощений теории упругости В.В. Новожилова.	1	2
	ЛЗ 12. Моделирование динамики вращающегося вала с учетом геометрической и физической нелинейности.	1	8
	СРСП 6. Консультация по выполнению СРС 4	1	
13	Л.13. Размерность моделей. Их обезразмеривание. Примеры. Методы разделения переменных в системах с распределенными параметрами (метод Бубнова-Галеркина).	1	2
	ЛЗ.13. Обезразмеривание уравнения динамики валов. Приведения к ОДУ.	2	8
	СРС4 Математическое моделирование динамики вращающегося вала.	1	15
14	Л. 14. Продолжение Л 13.	1	2
	ЛЗ.14. Численный анализ нелинейных моделей (ОДУ). Визуализация полученных результатов.	2	8
15	Л. 15. Иерархия моделей. Примеры. Анализ моделей.	1	2
	ЛЗ 15. Численный анализ иерархии моделей. Сравнительный анализ.	2	8
	СРСП Консультация по подготовке к экзаменационным вопросам.		
Рубежный контроль 2			100
Итоговый контроль (экзамен)			100
ИТОГО за дисциплину			100

РУБРИКАТОР СУММАТИВНОГО ОЦЕНИВАНИЯ

КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Задание СРС (30% из 100% РК)

Критерий	«Отлично» 27-30 %	«Хорошо» 20-26%	«Удовлетворительно» 12-19%	«Неудовлетворительно» 0-11%
Знание и понимание теории и концепции курса	Ответ, который содержит исчерпывающее раскрытие вопроса, развернутую аргументацию каждого вывода и утверждения, построен логично и последовательно, подкреплен примерами из разработанных тем аудиторных занятий.	Ответ, который содержит полное, но не исчерпывающее освещение вопроса, сокращенную аргументацию основных положений, допускает нарушение логики и последовательности изложения материала. В ответе неточное употребление терминов.	Ответ, который содержит неполное освещение предложенных в билете вопросов, поверхностно аргументирует основные положения, в изложении допускает нарушения логики и последовательности изложения материала, не иллюстрирует теоретические положения примерами из разработанных конспектов аудиторных занятий.	Неправильное освещение поставленных вопросов, ошибочная аргументация, фактические и речевые ошибки, допущение неверного заключения.
Применение избранной методики и технологии к конкретным	Полное выполнение учебного задания, развернутый, аргументированный ответ на поставленный вопрос с	Частичное выполнение учебного задания, неполный, местами аргументированный	Материал излагается фрагментарно, с нарушением логической последовательности, допущены фактические	Нерациональный метод решения задания или недостаточно продуманный план ответа; неумение решать задания,

практическим заданиям	последующим решением практических задач курса;	ответ на поставленный вопрос с неполным решением практических задач курса; неграмотное использование норм научного языка по курсу;	и смысловые неточности, теоретические знания курса использованы поверхностно.	выполнять задания в общем виде; допущение ошибок и недочетов, превосходящее норму.
Оценивание и анализ применимости выбранной методики к предложенном у практическому заданию, обоснование полученного результата	Последовательное, логичное и правильное обоснование научных положений и примененной методики и технологии, грамотность, соблюдение норм научного языка, допускаются 1-2 неточности в изложении материала, не влияющие на верные в целом выводы (+визуализация результатов обоснования посредством графических данных).	Допускаются 3-4 неточности в использовании понятийного материала, незначительные погрешности в обобщениях и выводах, которые не влияют на хороший общий уровень выполнения задания.	Выводы по применимости обоснованных научных положений неконкретны и неубедительны, имеются стилистические и грамматические ошибки, а также неточности в обработке результатов практического решения	Задание выполнено с грубейшими ошибками, ответы на вопросы неполные, понятийный материал и аргументация использованы слабо.

И.о. декана механико-математического факультета _____ **Ж.М. Бектемесов**

Председатель Академического комитета по качеству преподавания и обучения _____ **Б.И Ахметова**

И.о. заведующего кафедрой _____ **С.Д. Маусымбекова**

Лектор _____ **Л.А. Хаджиева**