

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ
Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Механико-математический факультет

УТВЕРЖДАЮ
Декан механико-математического
факультета _____ А.М. Захаров
" 17 " _____ 20 21 г.



Рабочая программа дисциплины

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ В МЕХАНИКЕ СПЛОШНОЙ СРЕДЫ. ЧАСТЬ 2

Направление подготовки бакалавриата
01.03.03 Механика и математическое моделирование

Профиль подготовки бакалавриата
Механика деформируемых тел и сред

Квалификация (степень) выпускника
Бакалавр

Форма обучения
очная

Саратов,
2021

Статус	ФИО	Подпись	Дата
Преподаватель-разработчик	Панкратов И.А.		17.11.2021
Председатель НМК	Тышкевич С.В.		17.11.2021
Заведующий кафедрой	Блинков Ю.А.		17.11.2021
Специалист Учебного управления			

1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Математические модели в механике сплошной среды_ Часть 2» является - является получение фундаментальных знаний по таким разделам механики сплошной среды как аэромеханика и гидромеханика, изучение классических и современных моделей, применяемых при постановке и решении задач в рамках указанных разделов. При освоении дисциплины вырабатываются навыки математического и механического подходов к проблеме моделирования разнообразных физических явлений: умение логически мыслить, формулировать математические модели и постановки задач, проводить анализ уравнений и построение решений, применять полученные знания для решения актуальных практических задач. Получаемые знания лежат в основе общемеханического образования и необходимы для понимания и освоения задач специального практикума и материалов специальных курсов по механике.

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Математические модели в механике сплошной среды_ Часть 2» включена в обязательную часть блока 1 «Дисциплины (модули)» и относится к обязательным дисциплинам ООП бакалавриата. На ее изучение отводится 144 часа (-ов) (из них: 52 - аудиторной работы, 1 - КСР, 55 - СРС, 36 - контроль). Согласно учебному плану направления и профиля подготовки данный курс: 1 семестр - экзамен, контрольную работу.

3. Результаты обучения по дисциплине

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора (индикаторов) достижения компетенции	Результаты обучения
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.	1.1_Б.УК-1. Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие. Осуществляет декомпозицию задачи. 2.1_Б.УК-1. Находит и критически анализирует информацию, необходимую для решения поставленной задачи. 3.1_Б.УК-1. Рассматривает различные варианты решения задачи, оценивая их достоинства и недостатки. 4.1_Б.УК-1. Грамотно, логично, аргументированно формирует	Знать методы декомпозиции задач для выделения их базовых составляющих. Уметь искать и критически анализировать информацию необходимую для решения поставленной задачи; оценивать достоинства и недостатки рассматриваемых вариантов решения задачи. Владеть приемами аргументированного

	<p>собственные суждения и оценки. Отличает факты от мнений, интерпретаций, оценок и т.д. в рассуждениях других участников деятельности.</p> <p>5.1_ Б.УК-1. Определяет и оценивает практические последствия возможных решений задачи.</p>	<p>выбора собственных суждений и оценок; приемами определения и оценки практических последствий возможных решений задачи.</p>
<p>УК-2</p> <p>Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений</p>	<p>1.1_Б.УК-2. Формулирует в рамках поставленной цели проекта совокупность взаимосвязанных задач, обеспечивающих ее достижение. Определяет ожидаемые результаты решения выделенных задач.</p> <p>2.1_Б.УК-2. Проектирует решение конкретной задачи проекта, выбирая оптимальный способ ее решения, исходя из действующих правовых норм и имеющихся ресурсов и ограничений.</p> <p>3.1_Б.УК-2. Решает конкретные задачи проекта заявленного качества и за установленное время.</p> <p>4.1_Б.УК-2. Публично представляет результаты решения конкретной задачи проекта.</p>	<p>Знать формулировку в рамках поставленной цели проекта совокупность взаимосвязанных задач, обеспечивающих ее достижение.</p> <p>Уметь проектировать решение конкретной задачи , выбирая оптимальный способ ее решения, исходя из действующих правовых норм и имеющихся ресурсов и ограничений, и решать конкретные задачи проекта заявленного качества и за установленное время.</p> <p>Владеть представлением результатов решения конкретной задачи проекта.</p>
<p>УК-6</p> <p>Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни</p>	<p>1.1_Б.УК-6. Применяет знание о своих ресурсах и их пределах (личностных, ситуативных, временных и т.д.) для успешного выполнения порученной работы.</p> <p>2.1_Б.УК-6. Понимает важность планирования перспективных целей деятельности с учетом условий, средств, личностных возможностей, этапов карьерного роста, временной перспективы развития деятельности и требований рынка труда.</p> <p>3.1_Б.УК-6. Реализует намеченные цели деятельности с учетом условий, средств, личностных возможностей, этапов карьерного роста, временной перспективы развития деятельности и требований рынка труда.</p> <p>4.1_Б.УК-6. Критически оценивает эффективность использования времени и других ресурсов при решении поставленных задач, а</p>	<p>Знать историю, этапы развития и основные достижения СГУ и механико-математический факультета; основные документы, регламентирующие образовательную деятельность СГУ, и их содержание; возможности применения здоровьесберегающих технологий.</p> <p>Уметь оценивать влияние развития СГУ и механико-математический факультета на экономику региона; планировать и осуществлять учебно-познавательную, научно-исследовательскую и социально-общественную деятельность; применять</p>

	<p>также относительно полученного результата.</p> <p>5.1_Б.УК-6. Демонстрирует интерес к учебе и использует предоставляемые возможности для приобретения новых знаний и навыков.</p>	<p>здоровьесберегающие технологии для сохранения и улучшения собственного здоровья; реализовывать себя всесторонне реализовывать себя с использованием ресурсной базы СГУ.</p> <p>Владеть навыками оценивания результатов собственной деятельности, самообразования и саморазвития, стремиться к профессиональному становлению личности.</p>
<p>ОПК-1 Способен использовать фундаментальные знания, полученные в области математических и естественных наук, в профессиональной деятельности.</p>	<p>1.1_Б.ОПК-1. Демонстрирует знание основных понятий, гипотез, теорем, методов фундаментальной и прикладной математики, механики, биомеханики и других естественных наук.</p> <p>2.1_Б.ОПК-1. Осуществляет первичный сбор и анализ данных в области фундаментальной и прикладной математики, механики, биомеханики и других естественных наук.</p> <p>3.1_Б.ОПК-1. Корректно интерпретирует различные данные в области фундаментальной и прикладной математики, механики, биомеханики и других естественных наук.</p> <p>4.1_Б.ОПК-1. Обладает навыками анализа математических задач и/или естественнонаучных фактов/явлений.</p> <p>5.1_Б.ОПК-1. Применяет фундаментальные знания, полученные в области математических и естественных наук, при решении задач в области избранных видов профессиональной деятельности.</p> <p>6.1_Б.ОПК-1. Имеет опыт теоретического исследования объектов профессиональной деятельности с помощью методов фундаментальной и прикладной математики, механики, биомеханики и других естественных наук.</p>	<p>Знать основные понятия, гипотезы, теоремы, методы фундаментальной и прикладной математики, механики, биомеханики и других естественных наук</p> <p>Уметь осуществлять первичный сбор и анализ данных, корректно интерпретировать различные данные в области фундаментальной и прикладной математики, механики, биомеханики и других естественных наук,</p> <p>Владеть опытом теоретического исследования объектов профессиональной деятельности с помощью методов фундаментальной и прикладной математики, механики, биомеханики и других естественных наук.</p>

<p>ОПК-2 Способен применять методы математического и алгоритмического моделирования, современный математический аппарат в научно-исследовательской и опытно-конструкторской деятельности.</p>	<p>1.1_Б.ОПК-2. Демонстрирует знание основных методов математического и алгоритмического моделирования, применяемых в прикладной математике, механике, биомеханике и других естественных науках. 2.1_Б.ОПК-2. Имеет представление о современном математическом аппарате, применяемом в прикладной математике, механике, биомеханике и других естественных науках. 3.1_Б.ОПК-2. Осуществляет первичный сбор и анализ данных о методах математического и алгоритмического моделирования и математическом аппарате, используемом при построении и исследовании моделей в области избранных видов профессиональной деятельности. 4.1_Б.ОПК-2. Может подобрать методы для построения и исследования моделей в области избранных видов профессиональной деятельности, а также оценить их достоинства и недостатки. 5.1_Б.ОПК-2. Имеет практический опыт применения методов математического и алгоритмического моделирования, современного математического аппарата к построению и исследованию моделей в области избранных видов профессиональной деятельности. 6.1_Б.ОПК-2. Может проанализировать результаты применения методов математического и алгоритмического моделирования, современного математического аппарата к построению и исследованию моделей в области избранных видов профессиональной деятельности, дать рекомендации по использованию результатов исследований и разработок.</p>	<p>Знать основные методы математического и алгоритмического моделирования, применяемых в прикладной математике, механике, биомеханике и других естественных науках. Уметь осуществлять первичный сбор и анализ данных о методах математического и алгоритмического моделирования и математическом аппарате, используемом при построении и исследовании моделей в области избранных видов профессиональной деятельности, проанализировать результаты применения методов математического и алгоритмического моделирования, современного математического аппарата к построению и исследованию моделей в области избранных видов профессиональной деятельности, дать рекомендации по использованию результатов исследований и разработок. Владеть практическим опытом применения методов математического и алгоритмического моделирования, современного математического аппарата к построению и исследованию моделей в области избранных видов профессиональной деятельности.</p>
<p>ОПК-3</p>	<p>1.1_Б.ОПК-3. Демонстрирует</p>	<p>Знать основные методы</p>

<p>Способен использовать методы физического моделирования и современное экспериментальное оборудование в профессиональной деятельности.</p>	<p>знание основных методов физического моделирования и экспериментальных исследований, применяемых в механике, биомеханике и других естественных науках. 2.1_Б.ОПК-3. Имеет представление о современном экспериментальном оборудовании, применяемом при проведении исследований в механике, биомеханике и других естественных науках. 3.1_Б.ОПК-3. Осуществляет первичный сбор и анализ данных о методах физического моделирования, методах экспериментальных исследований, современном экспериментальном оборудовании, используемых при построении и исследовании моделей в области избранных видов профессиональной деятельности. 4.1_Б.ОПК-3. Может правильно подобрать методы физического моделирования и экспериментальные методы для построения и исследования моделей в области избранных видов профессиональной деятельности, а также оценить их достоинства и недостатки. 5.1_Б.ОПК-3. Имеет практический опыт применения методов физического моделирования, экспериментальных методов с помощью современного экспериментального оборудования, к построению и исследованию моделей в области избранных видов профессиональной деятельности. 6.1_Б.ОПК-3. Может проанализировать результаты применения методов физического моделирования, методов экспериментальных исследований к построению и исследованию моделей в области избранных видов профессиональной деятельности, дать рекомендации по использованию результатов исследований.</p>	<p>физического моделирования и экспериментальных исследований, применяемых в механике, биомеханике и других естественных науках. Уметь осуществлять первичный сбор и анализ данных о методах физического моделирования, методах экспериментальных исследований, современном экспериментальном оборудовании, используемых при построении и исследовании моделей в области избранных видов профессиональной деятельности, правильно подобрать методы физического моделирования и экспериментальные методы для построения и исследования моделей в области избранных видов профессиональной деятельности, а также оценить их достоинства и недостатки. Владеть современным экспериментальным оборудованием, применяемом при проведении исследований в механике, биомеханике и других естественных науках.</p>
<p>ОПК-5</p>	<p>1.1_Б.ОПК-5. Демонстрирует</p>	<p>Знать научных основ</p>

<p>Способен использовать в педагогической деятельности научные основы знаний в сфере математики и механики.</p>	<p>знание научных основ математики и механики. 2.1_Б.ОПК-5. Корректно интерпретирует научные знания в области математики и механики. 3.1_Б.ОПК-5. Может различным образом представлять и адаптировать знания в сфере математики и механики с учетом уровня аудитории. 4.1_Б.ОПК-5. Владеет научной терминологией и может публично представлять собственные и известные научные результаты в сфере математики и механики.</p>	<p>математики и механики. Уметь корректно интерпретировать научные знания в области математики и механики, различным образом представлять и адаптировать знания в сфере математики и механики с учетом уровня аудитории. Владеть научной терминологией и может публично представлять собственные и известные научные результаты в сфере математики и механики.</p>
<p>ОПК-6 Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения.</p>	<p>1.1_Б.ОПК-6. Понимает процессы, методы поиска, сбора, хранения, обработки, предоставления, распространения информации и способы реализации таких процессов и методов. 2.1_Б.ОПК-6. Использует современные языки программирования для разработки алгоритмов и компьютерных программ, пригодных для практического применения, поддерживает базы данных и информационные хранилища. 3.1_Б.ОПК-6. Применяет современные программные среды разработки информационных систем и технологий, методы отладки и тестирования, читает коды программных продуктов, написанные на освоенных языках программирования, и вносит требуемые изменения. 4.1_Б.ОПК-6. Готов самостоятельно осваивать новые для себя языки программирования, среды разработки информационных систем и технологии. 5.1_Б.ОПК-6. Анализирует профессиональные задачи, разрабатывает подходящие ИТ-решения.</p>	<p>Знать процессы, методы поиска, сбора, хранения, обработки, предоставления, распространения информации и способы реализации таких процессов и методов. Уметь применять современные программные среды разработки информационных систем и технологий, методы отладки и тестирования, читает коды программных продуктов, написанные на освоенных языках программирования, и вносит требуемые изменения. Владеть средами разработки информационных систем и технологий, разрабатывать подходящие ИТ-решения.</p>
<p>ПК-1 Способен составлять</p>	<p>1.1_Б.ПК-1. Демонстрирует знание классических уравнений механики</p>	<p>Знать классические уравнений механики и</p>

<p>математические модели для расчета поведения элементов конструкций при силовом и температурном воздействиях.</p>	<p>и математической физики, основных инженерных теорий деформирования стержней, пластин и оболочек. 2.1_Б.ПК-1. Способен осуществить сбор и обработку исходных данных по геометрии и физико-механическим характеристикам заданного элемента конструкции. 3.1_Б.ПК-1. Способен сформулировать и обосновать математическую модель, описывающую деформацию заданного элемента под действием заданных нагрузок. 4.1_Б.ПК-1. Способен составить конечно-элементную модель на основании данных о геометрии, физико-механических свойствах и нагружении элемента конструкции. 5.1_Б.ПК-1. Способен оценить эффективность построенной модели с точки зрения точности расчета и экономии вычислительных ресурсов.</p>	<p>математической физики, основные инженерные теории деформирования стержней, пластин и оболочек. Уметь сформулировать и обосновать математическую модель, описывающую деформацию заданного элемента под действием заданных нагрузок, составить конечно-элементную модель на основании данных о геометрии, физико-механических свойствах и нагружении элемента конструкции. Владеть оценкой эффективности построенной модели с точки зрения точности расчета и экономии вычислительных ресурсов.</p>
--	--	--

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные (-ых) единиц (-ы) 144 часа (-ов).

№ п/ п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)					Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Формы промежуточной аттестации (по семестрам)
				лек	пр	КСР	СР	контроль	
1	Основные понятия и уравнения термодинамики.	8	1	3	3		6	4	
2	Модель идеальной жидкости	8	2	3	3		6	4	
3	Теория размерности и моделирование механических явлений	8	3	3	3		6	4	
4	Модель вязкой жидкости	8	4	3	3		6	4	
5	Турбулентность	8	5	3	3		6	4	
6	Пограничные слои	8	6	3	3		6	4	

7	Модели магнитной гидродинамики и электрогидродинамики	8	7	3	3		6	4	
8	Уравнения Максвелла в сплошной среде с учетом поляризации и намагниченности	8	8	5	5	1	13	8	
итого за 8 семестр				26	26	1	55	36	экзамен, контрольная работа
итого всего				26	26	1	55	36	

Содержание дисциплины

1. Основные понятия и уравнения термодинамики.

Тема 1.1. Термодинамическая система и термодинамические параметры.

Термодинамическая система. Термодинамические параметры: внутренние и внешние. Стационарное состояние и состояние термодинамического равновесия. Изолированная система. Постулаты термодинамики. Температура. Релаксация. Физически бесконечно медленное изменение. Равновесные процессы. Энергия: полная, внешняя, внутренняя. Теплообмен. Работа и теплота. Термические и калорические уравнения. Простая система. Совершенный газ. Реальный газ.

Тема 1.2. Первое начало термодинамики. Уравнение сохранения полной энергии для сплошной среды

Первое начало термодинамики. Двухпараметрические среды. Изохронный, изобарический, адиабатический, изотермический процессы. Уравнение сохранения полной энергии для сплошной среды. Интегральная и дифференциальная формы уравнения.

Тема 1.3. Второе начало термодинамики. Обратимые и необратимые процессы. Уравнение изменения энтропии

Процессы превращения теплоты в работу и работы в теплоту. Обратимые и необратимые процессы. Энтропия и абсолютная температура. Второе начало термодинамики. Некомпенсированное тепло и производство энтропии. Дифференциальная и интегральная формы уравнения изменения энтропии.

Тема 1.4. Сильные и слабые разрывы в сплошной среде. Скорости точек поверхности разрыва

Тема 1.5. Соотношения между параметрами движения сплошной среды при переходе через поверхность разрыва. Контактный разрыв

Вспомогательное соотношение для вывода условий на поверхности сильного разрыва. Интегральная форма уравнений движения сплошной среды. Соотношения между параметрами движения сплошной среды на поверхности

разрыва, записанные в подвижной и неподвижной системе отсчета. Контактный разрыв.

Тема 1.6. Идеальная среда. Уравнения Эйлера

Уравнение неразрывности в переменных Эйлера и Лагранжа. Условие несжимаемости. Уравнение неразрывности для многокомпонентной смеси и смеси с реагирующими компонентами. Уравнение сохранения количества движения сплошной среды. Массовые и поверхностные силы. Идеальная среда. Уравнения Эйлера. Случай несжимаемой жидкости.

Тема 1.7. Тензорные функции

Изотропные тензорные функции. Примеры тензорных функций. Симметричный тензор. Приведение матрицы тензора к каноническому виду. Тождество Гамильтона-Кели. Представление аналитической тензорной функции от симметричного тензора второго ранга в виде полинома второй степени.

Тема 1.8. Вязкие среды. Уравнения Навье-Стокса

Вязкие среды. Связь между тензором напряженности и тензором скоростей деформаций. Реологическое уравнение. Обобщенный закон Ньютона (Навье-Стокса). Ньютоновские и неньютоновские среды. Уравнения Навье-Стокса для движения ньютоновских сред. Частные случаи.

Тема 1.9. Уравнение сохранения энергии для жидкости и газа

Потоки тепла за счет теплопроводности и излучения. Уравнение сохранения полной энергии для движения жидкости и газа. Уравнение изменения кинетической энергии. Уравнение изменения внутренней энергии для движения сплошной среды. Случай ньютоновской среды. Частные случаи. Диссипативная функция. Уравнение изменения внутренней энергии для движения идеального газа.

Тема 1.10. Уравнения состояния сплошной среды

Уравнения состояния сплошной среды. Совершенный газ. Энтропия совершенного газа. Уравнение изменения энтропии для движения вязкого теплопроводного газа. Идеальный газ. Уравнение сохранения энтропии для движения идеального газа.

Тема 1.11. Начальные и граничные условия

Начальные условия. Граничные условия для идеального газа и жидкости. Свободная поверхность. Условия на бесконечности. Граничные условия для вязкого теплопроводного газа и жидкости. Граничные условия на поверхности ударной волны для идеального газа.

Тема 1.12. Примеры постановки задач о движении жидкости и газа

Обтекание тела потоком идеального газа. Обтекание тела потоком идеального газа с образованием ударной волны. Обтекание тела потоком вязкой

теплопроводной несжимаемой жидкости. Определение интегральных характеристик воздействия потока газа или жидкости на тело. Определение потока тепла от жидкости к телу.

2. Модель идеальной жидкости

Тема 2.1. Уравнения движения идеального газа и жидкости в форме Громеко-Ламба

Вектор вихря скорости. Вихревая линия, вихревая поверхность. Уравнения движения идеального газа и жидкости в форме Громеко-Ламба. Случай потенциальных массовых сил. Потенциальная энергия единицы массы среды. Тяжелая жидкость. Баротропная среда. Несжимаемая жидкость.

Тема 2.2. Интегралы установившегося движения идеального газа и жидкости

Линия тока. Интеграл сохранения энтропии. Изэнтропические течения. Интеграл Бернулли для движения газа и жидкости. Случай тяжелой жидкости. Явление кавитации в потоках жидкости.

Тема 2.3. Интеграл Коши-Лагранжа для неустановившегося течения идеального газа и жидкости

Безвихревые движения жидкости и газа. Потенциал скорости. Уравнение движения идеального газа и жидкости в случае безвихревого течения. Случай баротропной среды и потенциальных массовых сил. Интеграл Коши-Лагранжа для неустановившегося течения идеального газа и жидкости. Случай несжимаемой жидкости. Уравнение для потенциала скорости.

Тема 2.4. Примеры решения задач о движении жидкости и газа с использованием интегралов движения

Течение тяжелой жидкости из бака. Течение газа из бака. Обтекание тела с изменяющейся поверхностью потоком идеальной несжимаемой жидкости.

Тема 2.5. Некоторые частные решения для потенциала скорости в пространственном случае

Постановка задачи о пространственном обтекании тела безвихревым потоком. Некоторые частные решения уравнения Лапласа. Однородный поток. Фундаментальное решение. Источник и сток. Диполь. Линейная комбинация решений для потенциала скорости. Метод источников и стоков для решения задачи об обтекании пространственных тел потоком идеальной несжимаемой жидкости.

Тема 2.6. Обтекание сферы однородным потоком

Потенциал скорости для обтекания сферы однородным потоком идеальной несжимаемой жидкости. Поле скоростей и давлений. Распределение скоростей и давлений на поверхности обтекаемой сферы. Парадокс Даламбера.

Тема 2.7. Нестационарное движение сферы в безграничной несжимаемой жидкости

Потенциал скорости для нестационарного движения сферы в безграничной несжимаемой жидкости. Распределение скорости и давления на поверхности движущейся сферы. Определение сил, действующих на сферу при ее движении с переменной скоростью. Присоединенные массы.

Тема 2.8. Кинематические свойства вихрей

Основные определения вихревых течений газа и жидкости. Вихрь вектора скорости. Вихревые линии, поверхности, трубки. Циркуляция вектора скорости. Формулы Стокса и Гауса-Остроградского. Кинематические теоремы Гельмгольца.

Тема 2.9. Основные теоремы теории вихрей

Лемма об изменении циркуляции вектора скорости по замкнутому материальному контуру. Теорема Томсона о сохранении циркуляции вектора скорости в идеальной баротропной среде с массовыми потенциальными силами. Теорема Лагранжа об отсутствии вихрей и о сохранении потенциала скорости. Теорема Гельмгольца о сохранении вихревых линий и о сохранении интенсивности вихревых трубок.

3. Теория размерности и моделирование механических явлений

Тема 3.1. Подобие при обтекании тел потоком вязкой теплопроводной жидкости. Критерии подобия

Подобие и моделирование явлений. Характерные масштабы. Безразмерные величины. Подобие при обтекании тел потоком вязкой теплопроводной жидкости. Критерии подобия. Критерии Рейнольдса, Прандтля, Эккерта. Динамическое подобие. Температурное подобие.

Тема 3.2. Элементы теории размерности

Размерные и безразмерные величины. Формула размерности. Основная теорема теории размерности (П-теорема).

Тема 3.3. Примеры исследования течений жидкости и газа с помощью теории размерности

Определение сил, действующих на тело со стороны потока жидкости и газа. Случаи малых и больших значений числа Рейнольдса. Числа Маха, Эйлера, Фруда, Струхалея. Задача о водосливе.

4. Модель вязкой жидкости

Тема 4.1. Точные решения задач о движении вязкой теплопроводной жидкости

Уравнения стационарного течения вязкой теплопроводной несжимаемой жидкости. Слоистые течения. Течение между параллельными плоскостями. Течение Пуазейля. Течение Куэтта, обобщенное течение Куэтта. Течение

Хагена-Пуазейля в круглой трубе. Распределение температуры в течении Куэтта при различных случаях задания температурных условий на плоскостях.

5. Турбулентность

Тема 5.1. Турбулентные течения жидкости

Опыты Рейнольдса. Ламинарные и турбулентные течения жидкости. Осреднение характеристик турбулентного течения. Уравнения Рейнольдса. Модели сплошной среды для описания турбулентных течений.

6. Пограничные слои

Тема 6.1. Уравнения пограничного слоя

Течение жидкости при больших значениях числа Рейнольдса. Оценка толщины пограничного слоя. Уравнения Прандтля для пограничного слоя. Граничные условия. Краевая задача для определения течения вязкой жидкости в пограничном слое.

Тема 6.2. Пограничный слой при продольном обтекании тонкой пластины

Пограничный слой на тонкой полубесконечной пластине. Задача Блазиуса. Автомодельные переменные. Краевая задача в автомодельных переменных. Определение силы сопротивления пластины.

Тема 6.3. Уравнения температурного пограничного слоя

Оценка толщины температурного пограничного слоя. Упрощение уравнения энергии для температурного пограничного слоя. Граничные условия. Краевая задача.

Тема 6.4. Температурный пограничный слой при продольном обтекании тонкой пластины

Определение распределения температуры в пограничном слое при продольном обтекании тонкой пластины. Автомодельные переменные. Обтекания пластины с заданной температурой. Определение теплоотдачи. Обтекание теплоизолированной пластины. Равновесная температура пластины.

Тема 6.5. Струйные задачи теории пограничного слоя

Примеры постановки плоских и осесимметричных струйных задач. Интегральные условия нетривиальности. Автомодельные переменные. Краевые задачи. Примеры точных решений задач о струях.

7. Модели магнитной гидродинамики и электрогидродинамики

Тема 7.1. Уравнения сохранения количества движения и полной энергии электропроводной среды

Электропроводные среды. Электромагнитные взаимодействия. Вектора напряженности электрического и магнитного полей. Силы, действующие на электрический заряд со стороны электромагнитного поля. Плотность электрического заряда, плотность электрического тока. Уравнение сохранения количества движения для среды с электромагнитными полями. Уравнение

сохранения полной энергии для движения электропроводной среды в электромагнитном поле. Интегральные и дифференциальные формы этих уравнений. Уравнение изменения внутренней энергии для движения сплошной среды с учетом взаимодействия с электромагнитными полями.

Тема 7.2. Уравнения Максвелла для электромагнитного поля

Уравнения Максвелла. Интегральная и дифференциальная формы уравнений Максвелла. Токи проводимости и токи смещения. Уравнения Максвелла в пустоте.

Тема 7.3. Закон Ома. Уравнение сохранения заряда

Проводимость среды. Закон Ома. Конвективный ток. Уравнение сохранения заряда. Интегральная и дифференциальная формы уравнения

Тема 7.4. Вектор и уравнение Умова-Пойтинга

Вектор Умова-Пойтинга. Уравнение Умова-Пойтинга. Энергия электромагнитного поля. Джоулево тепло. Поток вектора Умова-Пойтинга через поверхность объема.

8. Уравнения Максвелла в сплошной среде с учетом поляризации и намагнитченности

Взаимодействие электромагнитного поля с телами с учетом намагнитченности и поляризации. Вектор магнитной индукции. Вектор электрической индукции. Уравнения Максвелла с учетом поляризации и намагнитченности материальных сред. Законы поляризации и намагнитчивания тел. Формулы пондеромоторных сил, пондеромоторного момента и притока энергии от поля к телу. Понятие о тензоре энергии-импульса электромагнитного поля и среды при наличии поляризации и намагнитченности.

Тема 8.1. Уравнения магнитной газовой динамики

Уравнения магнитной гидродинамики и электрогидродинамики для жидкости и газа. Упрощение уравнений магнитной гидродинамики в случае большой электропроводности среды. Уравнение магнитной индукции. Коэффициент магнитной вязкости.

Тема 8.2. Свойство вмороженности магнитных силовых линий

Среды с бесконечной электропроводностью. Упрощение уравнения магнитной индукции для среды с бесконечной электропроводностью. Вмороженность магнитного поля в среду с бесконечной проводимостью. Аналогия с вмороженностью вихревых линий в баротропную среду.

5. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины

Для реализации компетентного подхода в учебном процессе применяются следующие образовательные технологии:

1) при проведении лекционных занятий: информационные лекции, проблемные лекции, лекции беседы, лекции дискуссии, лекции с заранее запланированными ошибками;

2) при проведении практических занятий: традиционные занятия, занятия исследования, проблемные ситуации, ситуации с ошибкой;

3) при организации самостоятельной работы студентов: поиск и обработка информации, в том числе с использованием информационно-телекоммуникационных технологий; исследование проблемной ситуации; постановка и решение задач из предметной области; отработка навыков применения стандартных методов к решению задач предметной области.

Успешное освоение материала курса предполагает большую самостоятельную работу студентов и руководство этой работой со стороны преподавателей. Применяются следующие формы контроля: устный опрос, проверка решения практических задач, контрольная работа.

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов используются подходы, способствующие созданию безбарьерной образовательной среды: технологии дифференциации и индивидуального обучения, применение соответствующих методик по работе с инвалидами, использование средств дистанционного общения, проведение дополнительных индивидуальных консультаций по изучаемым теоретическим вопросам и практическим занятиям, оказание помощи при подготовке к промежуточной и итоговой аттестации. Подготовка, при необходимости, учебных и контрольно-измерительных материалов в формах, доступных для изучения студентами с особыми образовательными потребностями (для студентов с нарушениями зрения учебные материалы подготавливаются с применением укрупненного шрифта, используются аудиозаписи занятий; для студентов с нарушением слуха предоставляются электронные лекции, печатные раздаточные материалы с заданиями для самостоятельной работы).

При необходимости, для подготовки к ответу на практическом занятии, студентам с инвалидностью и студентам с ограниченными возможностями здоровья среднее время увеличивается в 1,5–2 раза по сравнению со средним временем подготовки обычного студента.

Для студентов с инвалидностью или с ограниченными возможностями здоровья форма промежуточной аттестации устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей (устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п.). Промежуточная

аттестация по дисциплине может проводиться в несколько этапов в форме рубежного контроля по завершению изучения отдельных тем дисциплины.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

Самостоятельная внеаудиторная работа.

Проводится в форме изучения и анализа лекционного материала, изучения отдельных теоретических вопросов по предлагаемой литературе, подбора дополнительных источников для извлечения научно-технической информации, связанной с проблемами, изучаемыми в рамках данной дисциплины и решения задач с дальнейшим их разбором или обсуждением на аудиторных занятиях, подготовки к промежуточной аттестации.

Самостоятельная аудиторная работа.

Проводится в форме самостоятельного решения задач на практических занятиях с дальнейшим их разбором и обсуждением; проведения контрольной работы; поиска решений проблемных ситуаций, предложенных на лекциях и практических занятиях; поиска и устранения ошибок, заложенных в представлении материала преподавателем и допущенных другими студентами.

Текущий контроль.

Проводится в форме устных опросов на лекционных и практических занятиях, разбора и обсуждения решаемых задач на практических занятиях, контрольной работы по теме «Построение и исследование математической модели, описывающей колебания биомеханической системы». Примерные варианты контрольной работы содержатся в фонде оценочных средств текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

Промежуточная аттестация.

Практические занятия проводятся по различным предметным областям. Необходимо сделать полную реализацию системы и продемонстрировать ее работоспособность на тестовых данных. Примерный набор заданий:

Проектирование схемы базы данных.

Программирование системы запросов.

Тестовый пример для выбранной предметной области.

Научно-исследовательская работа студентов заключается в самостоятельной конкретизации студентом формулировки задачи, поставленной преподавателем, с целью развития самостоятельного инновационного мышления, развития умений формулировать и формализовать

сложные предметные области с учетом особенностей развития современного общества.

7. Данные для учета успеваемости студентов в БАРС

Таблица максимальных баллов по видам учебной деятельности.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Семестр	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа	Автоматизированное тестирование	Другие виды учебной деятельности	Промежуточная аттестация	Итого
8	10	0	20	30	0	10	30	100

Программа оценивания учебной деятельности студента

8 семестр.

Лекции

Посещаемость, опрос, активность и др. – от 0 до 10 баллов.

Лабораторные занятия

Не предусмотрены.

Практические занятия

Контроль выполнения практических заданий – от 0 до 20 баллов.

Самостоятельная работа

Работа с электронными УМК – от 0 до 30 баллов.

Автоматизированное тестирование

Не предусмотрены.

Другие виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности, не вошедшие в предыдущие колонки таблицы – выполнение контрольной работы - от 0 до 10 баллов.

Промежуточная аттестация, экзамен – от 0 до 30 баллов. Представляет собой устное собеседование со студентом по программе курса. Здесь оценивается правильность, полнота и аргументированность ответа. Приветствуется умение подкреплять ответ на вопрос конкретными примерами.

25-30 баллов – ответ на «отлично»

19-24 балла – ответ на «хорошо»

13-18 баллов – ответ на «удовлетворительно»

0-12 баллов – неудовлетворительный ответ.

Таким образом, максимально возможная сумма баллов за все виды учебной деятельности студента за 8 семестр составляет 100 баллов

Таблица пересчета полученной студентом суммы баллов
по дисциплине «Математические модели в механике сплошной среды _ Часть 2» в оценку.

80 баллов и более	«отлично»
от 60 до 79 баллов	«хорошо»
от 40 до 59 баллов	«удовлетворительно»
меньше 40 баллов	«неудовлетворительно»

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

Литература:

1. Малявко, Александр Антонович. Формальные языки и компиляторы [Текст] / А. А. Малявко. - Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет (НГТУ), 2014. - 431 с. - ISBN 978-5-7782-2318-9 : Б. ц. Перейти к внешнему ресурсу <http://znanium.com/go.php?id=548152>

2. Опалева, Э. Языки программирования и методы трансляции [Электронный ресурс] / Э. Опалева, В. Самойленко. - Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2014. - 480 с. : ил. - ISBN 978-5-9775-1255-8 : Б. ц. Перейти к внешнему ресурсу <http://ibooks.ru/reading.php?short=1&isbn=978-5-9775-1255-8>

3. Ишакова, Е. Н. Теория языков программирования и методов трансляции [Текст] : учеб. пособие / Е. Н. Ишакова. - Оренбург : ГОУ ОГУ, Б. 2007 г.. - 137 с. ; ил. - Б. ц. УДК 004.43(075.8) ББК 32.973.26-018.1я73 Перейти к внешнему ресурсу <http://rucont.ru/efd/193100>

4. Леоненков, А. Нечеткое моделирование в средах MATLAB и fuzzyTECH [Электронный ресурс] / А. Леоненков. - Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2010. - 736 с. : ил. - ISBN 978-5-94157-087-4 : Б. ц. Перейти к внешнему ресурсу <http://ibooks.ru/reading.php?short=1&isbn=978-5-94157-087-4>

5. Интеллектуальные системы [Электронный ресурс] : методические указания к лабораторным работам для студентов, обучающихся по направлению подготовки «Прикладная математика» / сост. Ю. П. Галагуз. - [Б. м.] : Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2015. - ISBN 978-5-7264-1169-9 : Б. ц. Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks. УДК 004.89 ББК 32.813 Перейти к внешнему ресурсу <http://www.iprbookshop.ru/39786>

6. М., Тим Программирование искусственного интеллекта в приложениях [Электронный ресурс] : учебное пособие / М. Тим. - Москва : ДМК Пресс, 2017. - 312 с. - ISBN 5-94074-275-0 : Б. ц. Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks. УДК 004.8 ББК 32.813 Перейти к внешнему ресурсу <http://www.iprbookshop.ru/7857>

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

1. Локальные нормативные документы СГУ по образовательной деятельности

<https://www.sgu.ru/structure/edudep/lokalnye-normativnye-dokumenty-po-obrazovatelnoy>

2. Образовательные программы СГУ

<https://www.sgu.ru/education/courses>

3. Студенчество СГУ

<https://www.sgu.ru/students>

4. ОС Unix/Linux (свободное ПО).

5. ghc, Kate, Python и др. (свободное ПО)

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для проведения занятий по дисциплине «Математические модели в механике сплошной среды_ Часть 2», предусмотренной учебным планом ООП, имеется необходимая материально-техническая база, соответствующая действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам:

- мультимедийная лекционная аудитория, оснащенная мультимедийными проекторами, маркерными досками для демонстрации учебного материала;
- специализированные классы, предназначенные для проведения практических занятий;
- библиотечный фонд, укомплектованный печатными изданиями, перечисленными в разделе 8 в необходимом количестве;
- электронная библиотека;
- специально оборудованные помещения для самостоятельной работы обучающихся с компьютерным оборудованием и доступом к сети Интернет.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 01.03.03 «Механика и математическое моделирование» и профилю подготовки «Механика деформируемых тел и сред».

Автор (-ы)

к.т.н., доцент кафедры математического и
компьютерного моделирования

Панкратов И.А.

Программа одобрена на заседании кафедры математического и компьютерного моделирования от 17.11.2021, протокол № 4.