

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное учреждение
высшего профессионального образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт математики и механики им. Н.И. Лобачевского



подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Современные проблемы механики М2.Б.1

Направление подготовки: 010800.68 - Механика и математическое моделирование

Профиль подготовки: Механика твердого деформируемого тела

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Бережной Д.В.

Рецензент(ы):

Коноплев Ю.Г.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Коноплев Ю. Г.

Протокол заседания кафедры No ____ от " ____ " _____ 201__ г

Учебно-методическая комиссия Института математики и механики им. Н.И. Лобачевского :

Протокол заседания УМК No ____ от " ____ " _____ 201__ г

Регистрационный No 817215014

Казань
2014

Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. (доцент) Бережной Д.В. Кафедра теоретической механики отделение механики, Dmitri.Berezhnoi@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

Курс "Современные проблемы механики" представляет собой звено цикла предметов базового механико-математического образования, в котором рассматривается механико-математическое моделирование поведения литосферы Земли, в том числе и нефтеводонасыщенных коллекторов. Курс направлен на расширение и углубление механико-математического образования студентов. Полученные современные знания моделирования и расчета углеводородонасыщенных пористых коллекторов позволяют наиболее полно воспринять другие общепрофессиональные и специальные механико-математических дисциплины. Целями освоения дисциплины являются: лагранжево-эйлерова постановка задачи деформирования многофазных сред; изучение основ термодинамики сплошных сред; построение определяющих соотношений; изучение основ реологии литосферы.

2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел "М2.Б.1 Профессиональный" основной образовательной программы 010800.68 Механика и математическое моделирование и относится к базовой (общепрофессиональной) части. Осваивается на 2 курсе, 3, 4 семестры.

Данная учебная дисциплина включена в раздел "М2.Б.1. Цикл профессиональных дисциплин и относится к базовой (общепрофессиональной) части". Осваивается на втором курсе (3-4 семестры). Получаемые знания необходимы для понимания и освоения курсов профильных дисциплин направления механики и математического моделирования. Слушатели должны владеть знаниями по дисциплинам: теоретическая механика, механика сплошных сред, математические модели механики сплошных сред.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-5 (общекультурные компетенции)	владеть способностью порождать новые идеи
ПК-1 (профессиональные компетенции)	владеть методами математического моделирования при анализе глобальных проблем на основе глубоких знаний фундаментальных математических дисциплин и компьютерных наук
ПК-12 (профессиональные компетенции)	обладать способностью к определению общих форм, закономерностей, инструментальных средств для групп дисциплин
ПК-13 (профессиональные компетенции)	обладать способностью к самостоятельному построению целостной картины дисциплины
ПК-14 (профессиональные компетенции)	владеть методами физического и математического моделирования при анализе глобальных проблем на основе глубоких знаний фундаментальных физико-математических дисциплин, теории эксперимента и компьютерных наук
ПК-2 (профессиональные компетенции)	владеть методами математического и алгоритмического моделирования при анализе проблем техники и естествознания

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-7 (профессиональные компетенции)	обладать способностью к самостоятельному анализу физических аспектов в классических постановках математических задач и задач механики

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

классификационные признаки широкого круга нефтенасыщенных коллекторов, особенности деформирования углеводородонасыщенных коллекторов по сравнению с обыкновенными грунтами, основные методы решения задач упругого, упругопластического, вязкоупругого, упруговязкопластического деформирования коллекторов и фильтрации в них нефтеводной смеси, обладать теоретическими знаниями о реологических моделях нефтенасыщенных пластов, знать основные понятия и законы термодинамики сплошных сред.

2. должен уметь:

использовать на практике для расчета флюидонасыщенных грунтовых массивов основные механико-математические модели деформирования и фильтрации, применить предложенные методы решения поставленных механико-математических задач, в том числе и с использованием вычислительной техники, дать лагранжево-эйлерову постановку задачи деформирования и фильтрации многофазных сред.

3. должен владеть:

навыками творческого обобщения полученных знаний, конкретного и объективного изложения своих знаний в письменной и устной форме, постановки задач механики флюидонасыщенных грунтов, работы на персональных ЭВМ, и навыкам, позволяющими строить определяющие соотношения для сложных нефтеводонасыщенных пористых сред.

4. должен демонстрировать способность и готовность:

применять полученные знания на практике.

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет зачетных(ые) единиц(ы) 144 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины отсутствует в 3 семестре; зачет в 4 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Деформирования двухфазной среды в произвольной						

Лагранжево-Эйлеровой постановке.

3

1-2

2

2

0

тестирование

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
2.	Тема 2. Термодинамика двухфазных сред.	3	3-5	2	4	0	тестирование
3.	Тема 3. Построение определяющих соотношений в случае малых деформаций.	3	6-7	2	2	0	тестирование
4.	Тема 4. Динамическая пороупругость и наведенные деформации массивов.	3	8-10	2	4	0	тестирование
5.	Тема 5. Структура и реология литосферы.	4	1-4	4	4	0	тестирование
6.	Тема 6. Динамическая прочность геоматериалов.	4	5-8	2	6	0	тестирование
7.	Тема 7. Основные представления механики землетрясений.	4	9-13	2	8	0	тестирование
8.	Тема 8. Методы решения задач.	4	14-15	2	2	0	тестирование
	Тема . Итоговая форма контроля	4		0	0	0	зачет
	Итого			18	32	0	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Деформирования двухфазной среды в произвольной Лагранжево-Эйлеровой постановке.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Описание движения среды в подвижной области. Кинематика движения многофазного грунта. Балансовые уравнения двухфазной среды в произвольной Лагранжево-Эйлеровой постановке.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Закон сохранения массы для фаз. Закон сохранения количества движения для фаз. Взаимодействие фаз. Закон сохранения момента количества движения для фаз.

Тема 2. Термодинамика двухфазных сред.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Понятие работы и энергии. Теорема живых сил. Первый принцип термодинамики. Закон сохранения энергии. Понятие энтропии. Второй принцип термодинамики.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Термодинамические потенциалы. Условия термодинамического равновесия. Внутренняя диссипация. Анизотропия фильтрационного взаимодействия. Проницаемость и пористость. Уравнение пьезопроводности. Условия на границах и подвижных разрывах. Закон Дарси и его нарушения.

Тема 3. Построение определяющих соотношений в случае малых деформаций.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Начальные предположения. Параметры внутреннего состояния. Уравнения эволюции параметров внутреннего состояния. Первая группа определяющих соотношений. Случай линейного термоупругого материала.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Система разрешающих уравнений и основные неизвестные. Уравнения геометрии. Уравнения, следующие из законов сохранения. Вторая группа определяющих соотношений. Неравенство Клаузиуса-Дюгема. Случай малых скоростей.

Тема 4. Динамическая пороупругость и наведенные деформации массивов.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Линейная волновая динамика. Волновая динамика вязких массивов. Слабые нелинейные волны. Деформации насыщенных массивов. Деформации насыщенного слоя. Пьезопроводность насыщенных пластов.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Необратимое деформирование насыщенных массивов. Гидроразрыв пласта. Дилатансионная упругопластичность геоматериалов. Понятия трения и дилатансии. Законы пластического течения. Данные трехосных испытаний. Плоские пластические состояния. Условия на поверхностях скольжения. Дилатансия внутри полосы локализации.

Тема 5. Структура и реология литосферы.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Прочность геоматериалов на глубине. Строение земной коры.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Граница Мохоровичича. Флюидодинамика земной коры. Сверхглубокое бурение и устойчивость скважин.

Тема 6. Динамическая прочность геоматериалов.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Элементарная теория подземного взрыва.

практическое занятие (6 часа(ов)):

Динамика излучения упругих волн. Эволюция сейсмического спектра. Макроструктурные волновые эффекты. Диссипация волн. Релаксация волн сдвига. Два типа Р-волн. Эффекты газонасыщения. Эффект вязкости пористой матрицы.

Тема 7. Основные представления механики землетрясений.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Микроупругая динамика.

практическое занятие (8 часа(ов)):

Сейсмический шум при ползучести массива. Глобальная динамическая тектоника. Дилатансия и предвестники землетрясений. Крупномасштабные тектонические волны. Быстрая тектоника и наведенная сейсмичность.

Тема 8. Методы решения задач.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Методы решения сейсмических задач.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Методы решения тектонических задач.

4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Деформирования двухфазной среды в произвольной Лагранжево-Эйлеровой постановке.	3	1-2	подготовка к тестированию	8	тестирование
2.	Тема 2. Термодинамика двухфазных сред.	3	3-5	подготовка к тестированию	12	тестирование
3.	Тема 3. Построение определяющих соотношений в случае малых деформаций.	3	6-7	подготовка к тестированию	8	тестирование
4.	Тема 4. Динамическая пороупругость и наведенные деформации массивов.	3	8-10	подготовка к тестированию	10	тестирование
5.	Тема 5. Структура и реология литосферы.	4	1-4	подготовка к тестированию	16	тестирование
6.	Тема 6. Динамическая прочность геоматериалов.	4	5-8	подготовка к тестированию	16	тестирование
7.	Тема 7. Основные представления механики землетрясений.	4	9-13	подготовка к тестированию	16	тестирование
8.	Тема 8. Методы решения задач.	4	14-15	подготовка к тестированию	8	тестирование
	Итого				94	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Освоение дисциплины "Современные проблемы механики" предполагает использование как традиционных (лекции, практические занятия), так и инновационных образовательных техно-логий с использованием в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий: выполнение ряда практических заданий с использованием профессиональных программных средств создания и ведения электронных баз данных, мультимедийных программ, включающих подготовку и выступления студентов на семинарских занятиях с фото- и видеоматериалами по предложенной тематике.

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

Тема 1. Деформирования двухфазной среды в произвольной Лагранжево-Эйлеровой постановке.

тестирование , примерные вопросы:

Классификация многофазных сред. Скелет грунта. Активная жидкость. Пористость. Принцип напряжений Терцаги.

Тема 2. Термодинамика двухфазных сред.

тестирование , примерные вопросы:

Удельная внутренняя энергия. Удельная свободная энергия. Скорость деформации. Деформация скорости. Уравнение теплопроводности.

Тема 3. Построение определяющих соотношений в случае малых деформаций.

тестирование , примерные вопросы:

Первая группа определяющих уравнений. Уравнения эволюции параметров внутреннего состояния. Закон теплопроводности. Активные и реактивные параметры состояния.

Тема 4. Динамическая пороупругость и наведенные деформации массивов.

тестирование , примерные вопросы:

Динамическая пороупругость. Линейная волновая динамика. Волновая динамика вязких массивов. Слабые нелинейные волны. Деформации насыщенных массивов. Деформации насыщенного слоя. Пьезопроводность насыщенных пластов. Необратимое деформирование насыщенных массивов. Гидроразрыв пласта. Данные трехосных испытаний. Плоские пластические состояния. Условия на поверхностях скольжения. Дилатансия внутри полосы локализации.

Тема 5. Структура и реология литосферы.

тестирование , примерные вопросы:

Литосфера. Структура литосферы. Изотермы. Катакластические эффекты. Структура и реология литосферы. Прочность геоматериалов на глубине. Строение земной коры. Граница Мохоровича. Флюидодинамика земной коры. Сверхглубокое бурение и устойчивость скважин.

Тема 6. Динамическая прочность геоматериалов.

тестирование , примерные вопросы:

Излучение упругих волн. Сейсмический спектр. Волновые эффекты. Диссипация волн. Релаксация волн.

Тема 7. Основные представления механики землетрясений.

тестирование , примерные вопросы:

Микроупругая динамика. Сейсмический шум. Динамическая тектоника. Основные понятия механики землетрясений. Дилатансия при землетрясениях. Тектонические волны. Быстрая тектоника. Наведенная сейсмичность.

Тема 8. Методы решения задач.

тестирование , примерные вопросы:

Аналитические методы решения сейсмических задач. Численные методы решения сейсмических задач. Применение метода конечных элементов к решению сейсмических задач. Аналитические методы решения тектонических задач. Численные методы решения тектонических задач. Применение метода конечных элементов к решению тектонических задач.

Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к зачету:

все виды текущего контроля успеваемости и аттестации по итогам освоения дисциплины оцениваются по 100-балльной рейтинговой системе, принятой к КФУ.

Вопросы к зачету.

1. Деформирования двухфазной среды в произвольной Лагранжево-Эйлеровой постановке.
2. Описание движения среды в подвижной области.
3. Кинематика движения многофазного грунта.
4. Балансовые уравнения двухфазной среды в произвольной Лагранжево-Эйлеровой постановке.
5. Анизотропия фильтрационного взаимодействия.
6. Закон Дарси и его нарушения.
7. Проницаемость и пористость.

8. Условия на границах и подвижных разрывах.
9. Элементарная теория подземного взрыва.
10. Динамическая прочность геоматериалов.
11. Динамика излучения упругих волн.
12. Эволюция сейсмического спектра.
13. Макроструктурные волновые эффекты.
14. Диссипация волн.
15. Релаксация волн сдвига.
16. Динамическая пороупругость и наведенные деформации массивов.
17. Гидроразрыв пласта.
18. Дилатансионная упругопластичность геоматериалов.
19. Дилатансия внутри полосы локализации.
20. Структура и реология литосферы.
21. Прочность геоматериалов на глубине.
22. Строение земной коры.
23. Граница Мохоровича.
24. Флюидодинамика земной коры.
25. Микроупругая динамика.
26. Сейсмический шум при ползучести массива.
27. Глобальная динамическая тектоника.
28. Основные представления механики землетрясений.
29. Дилатансия и предвестники землетрясений.
30. Крупномасштабные тектонические волны.
31. Быстрая тектоника и наведенная сейсмичность.
32. Методы решения сейсмических задач.
33. Методы решения тектонических задач.

7.1. Основная литература:

- Теоретическая гидромеханика ньютоновских сред, Липанов, Алексей Матвеевич, 2011г.
- Механика и теория относительности, Матвеев, Алексей Николаевич, 2009г.
- Механика сплошной среды, Нигматулин, Роберт Искандерович, 2014г.
- Курс общей физики, Т. 1. Механика. Электродинамика. Колебания и волны, , 2013г.
- Абакумов М. В. Гулин А. В. Лекции по численным методам математической физики: Учебное пособие. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 158 с. // <http://znanium.com/bookread.php?book=364601>
- Покровский В.В. Механика. Методы решения задач : учебное пособие Издательство: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012 - 253 с. // <http://e.lanbook.com/view/book/8713/>
- Бахвалов Н.С., Жидков Н.П., Кобельков Г.М. Численные методы. - Издательство: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. - 634 с. // <http://e.lanbook.com/view/book/4397/>
- Андреев В. И, Горшков А. А. Варданян Г. С., Атаров Н. М. Сопротивление материалов с осн. теории упругости и пластич.: Учеб. - М.: ИНФРА-М, 2011. - 638 с. // <http://znanium.com/bookread.php?book=256769>

7.2. Дополнительная литература:

- Геологические и технологические особенности разработки залежей высоковязких и сверхвязких нефтей, Хисамов, Раис Салихович;Султанов, Альфат Салимович;Абдулмазитов, Рафиль Гиниятуллович;Зарипов, Азат Тимерьянович, 2010г.

Теоретические основы вычислительной нелинейной механики деформируемых сред, Голованов, Александр Иванович; Султанов, Ленар Усманович, 2008г.

Бережной Д.В., Голованов А.И., Малкин С.А., Султанов Л.У. Исследование деформирования пористых сред на основе произвольного Лагранжево-Эйлера подхода к описанию движения // Учен. зап. Казан. ун-та. Сер. Физ.-матем. науки. - 2010. - Т. 152, кн. 4. С.106-114.

Бережной Д.В., Кузнецова И.С., Саченков А.А. Моделирование пластического деформирования многослойного грунта в зоне опоры многопролетного моста // Учен. зап. Казан. ун-та. Сер. Физ.-матем. науки. - 2010. - Т. 152, кн. 1. - С. 116-125.

7.3. Интернет-ресурсы:

Интернет-портал систем автоматизации инженерных расчетов. - <http://www.cadfem-cis.ru/>

Поисковая система. - www.google.ru

Форум САПР-2000. - <http://fsapr2000.ru/>

Электронная библиотека - www.elibrary.ru

Электронная библиотека. - <http://mech.math.msu.su>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Современные проблемы механики" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 15 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, стул, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети КФУ и находятся в едином домене.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, УМК, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 15 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, стул, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети КФУ и находятся в едином домене.

учебные аудитории для проведения лекционных и семинарских занятий, доступ студентов к компьютеру с Microsoft Office и интернетом.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 010800.68 "Механика и математическое моделирование" и магистерской программе Механика твердого деформируемого тела .

Автор(ы):

Бережной Д.В. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

Коноплев Ю.Г. _____

"__" _____ 201__ г.