

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



УТВЕРЖДАЮ

Проректор
по образовательной деятельности КФУ
Проф. Минзарипов Р.Г.

"__" _____ 20__ г.

Программа дисциплины

Подземная гидромеханика Б1.В.ДВ.5

Направление подготовки: 01.03.03 - Механика и математическое моделирование

Профиль подготовки: Общий профиль

Квалификация выпускника: академический бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Егоров А.Г.

Рецензент(ы):

Коноплев Ю.Г.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Егоров А. 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

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) заведующий кафедрой, д.н. (с.н.с.) Егоров А.Г.
Кафедра аэрогидромеханики отделение механики , Andrey.egorov@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины "Подземная гидромеханика" (ПГ) являются:
изучение и практическое освоение основных этапов математического моделирования гидродинамических процессов в пористых средах, включая физическую постановку задачи, выбор математической модели и формулировку начально-краевой задачи, построение сеточной модели области, выбор или разработка сеточных аппроксимаций. Основное внимание уделено вопросам подземной гидромеханики нефтяного пласта. Обсуждаются решения фундаментальных задач нефтепромыслового характера.

. Лекционный курс сопровождается лабораторными и самостоятельными занятиями, где студенты обязаны решить набор задач ПГ, закрепить полученные теоретические навыки и приемы программирования.

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б1.В.ДВ.5 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 01.03.03 Механика и математическое моделирование и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 4 курсе, 7, 8 семестры.

Дисциплина входит в специальную часть профессионального цикла. Для ее освоения нужны знания из курсов "Теоретическая механика", "Механика сплошной среды",

"Вычислительная гидродинамика", а также умение программировать. Получаемые знания, умения и навыки используются при выполнении выпускных бакалаврских работ по направлению

"механика и математическое моделирование".

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

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-1 (профессиональные компетенции)	способностью к определению общих форм, закономерностей, инструментальных средств отдельной предметной области
ПК-10 (профессиональные компетенции)	пониманием корректности постановок задач
ПК-12 (профессиональные компетенции)	глубокое понимание сути точности фундаментального знания
ПК-18 (профессиональные компетенции)	умением публично представить собственные и известные научные результаты
ПК-20 (профессиональные компетенции)	владением методами математического и алгоритмического моделирования при решении прикладных и инженерно-технических задач
ПК-7 (профессиональные компетенции)	умением грамотно пользоваться языком предметной области

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

предмет и задачи ПГ, основные этапы моделирования физико-механических процессов в пористых средах.

2. должен уметь:

в краевых задачах ПГ и численно-аналитических методах их решения.

3. должен владеть:

теоретическими знаниями о методах качественного исследования задач ПГ.

Приобрести навыки постановок, выбора моделей, методов решений, расчетов, анализов, выводов

4. должен демонстрировать способность и готовность:

формулировать математические модели физико-механических процессов в пористых средах;

использовать качественные методы анализа задач поземной гидромеханики;

аналитического, численно-аналитического и численного решения задач подземной гидромеханики;

анализировать полученные решения и делать на этой основе практические выводы.

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных(ые) единиц(ы) 180 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет в 7 семестре; зачет в 8 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. Основные характеристики пористых сред. Уравнения однофазной фильтрации. Уравнение пьезопроводности	7	1-3	4	4	0	домашнее задание

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. Простейшие установившиеся напорные течения. Уравнение стационарной фильтрации жидкости и газа.	7	4-7	4	4	0	коллоквиум
3.	Тема 3. Качественные методы теории напорных течений.	7	8-10	6	6	0	домашнее задание
4.	Тема 4. Нестационарное движение однородной сжимаемой жидкости.	7	11-18	4	4	0	контрольная работа домашнее задание
5.	Тема 5. Автомодельные задачи теории фильтрации.	8	1-3	6	6	0	домашнее задание
6.	Тема 6. Фильтрация в трещиновато-пористых и слоисто-неоднородных пластах.	8	4-6	6	6	0	домашнее задание
7.	Тема 7. Процессы тепло- и массопереноса в пористой среде.	8	7-9	6	6	0	домашнее задание
8.	Тема 8. Основные понятия многофазной фильтрации.	8	10-12	6	6	0	домашнее задание
9.	Тема 9. Задача Баклея-Левретта.	8	12-14	6	6	0	домашнее задание
10.	Тема 10. Структура многофазного течения при мелкомасштабном описании.	8	14-16	6	6	0	контрольная точка домашнее задание
	Тема . Итоговая форма контроля	7		0	0	0	зачет
	Тема . Итоговая форма контроля	8		0	0	0	зачет
	Итого			54	54	0	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Основные характеристики пористых сред. Уравнения однофазной фильтрации. Уравнение пьезопроводности лекционное занятие (4 часа(ов)):

Основные характеристики пористых сред. Уравнения однофазной фильтрации. Элементарный представительный объем. Пористость, проницаемость. Закон Дарси. Границы его применимости и обобщения. Закон Форхгеймера. Формула Козени Влияние давления на характеристики пористой среды и жидкости.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Сжимаемость жидкостей и газов. Эффективные напряжения. Основные уравнения фильтрационной консолидации. Идеализация глубокозалегающего тонкого пласта. Уравнение пьезопроводности

Тема 2. Простейшие установившиеся напорные течения. Уравнение стационарной фильтрации жидкости и газа.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

установившиеся напорные течения. Уравнение стационарной фильтрации жидкости и газа. Постановка граничных условий на границах месторождения и на вертикальных скважинах. Плоские задачи фильтрации. Использование методов ТФКП для расчета плоских установившихся течений. Плоскопараллельный поток. Течение к скважине. Формула Дююи. Совершенные и несовершенные скважины. Приток к галерее скважин.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Плоскопараллельный поток. Течение к скважине. Формула Дююи. Совершенные и несовершенные скважины. Приток к галерее скважин.

Тема 3. Качественные методы теории напорных течений.

лекционное занятие (6 часа(ов)):

Качественные методы теории напорных течений. Обобщенная трубка тока. Вариационный принцип для давления. Преобразование Юнга-Фейнхеля и двойственные вариационные принципы. Вариационный принцип для скоростей фильтрации. Использование двойственных вариационных принципов для получения двусторонних оценок расходных характеристик обобщенной трубки тока.

практическое занятие (6 часа(ов)):

Оценка эффективной проницаемости неоднородной среды. Вариационные принципы для нелинейных законов фильтрации. Принцип вдавливания, принцип сравнения областей.

Тема 4. Нестационарное движение однородной сжимаемой жидкости.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Нестационарное движение однородной сжимаемой жидкости. Постановка основных задач. Плоскопараллельное движение. Плоскорадиальное движение. Определение параметров пласта по результатам пьезометрических испытаний скважины. Метод интегральных соотношений. Основные уравнения фильтрации газа.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Основные уравнения фильтрации газа. Пологие безнапорные течения. Уравнения Буссинеска. Постановка основных задач фильтрации газа и безнапорной фильтрации

Тема 5. Автомодельные задачи теории фильтрации.

лекционное занятие (6 часа(ов)):

Автомодельные задачи теории фильтрации. Методы построения автомодельных решений: анализ размерностей, инвариантность относительно группы преобразований. Автомодельные пологие безнапорные движения при нулевом начальном уровне жидкости.

практическое занятие (6 часа(ов)):

Предельные автомодельные решения. Задача о закачке или отборе газа через скважину. Линеаризация Лейбензона

Тема 6. Фильтрация в трещиновато-пористых и слоисто-неоднородных пластах.

лекционное занятие (6 часа(ов)):

Фильтрация в трещиновато-пористых и слоисто-неоднородных пластах. Физические основы модели. Неравновесность распределения давления. Модель Баренблатта фильтрации жидкости в трещиновато-пористом пласте. х.

практическое занятие (6 часа(ов)):

Особенности постановки задач для модели Баренблатта. Динамические процессы в окрестности скважины. Особенности фильтрационных течений в слоистых пласта

Тема 7. Процессы тепло- и массопереноса в пористой среде.

лекционное занятие (6 часа(ов)):

Процессы тепло- и массопереноса в пористой среде. Эффекты сорбции и дисперсии. Изотермы сорбции. Коэффициенты дисперсивности. Уравнения тепло-массопереноса и массопереноса с учетом сорбции. Крупномасштабное приближение. Модельные задачи массопереноса от точечного источника при наличии линейной и нелинейной сорбции. Учет гистерезиса в законе сорбции

практическое занятие (6 часа(ов)):

Модельные задачи массопереноса от точечного источника при наличии линейной и нелинейной сорбции. Учет гистерезиса в законе сорбции

Тема 8. Основные понятия многофазной фильтрации.

лекционное занятие (6 часа(ов)):

Основные понятия многофазной фильтрации. Примеры совместного нахождения несмешивающихся флюидов в пористой среде. Распределение фаз. Понятие фазовой насыщенности и капиллярного давления. Капиллярное равновесие в пористой среде. Гистерезис капиллярного давления. Обобщенный закон Дарси для двухфазной фильтрации.

практическое занятие (6 часа(ов)):

Функция Леверетта. ОФП. Уравнения двухфазной фильтрации. Среднее давление для несжимаемых жидкостей.

Тема 9. Задача Баклея-Леверетта.

лекционное занятие (6 часа(ов)):

Задача Баклея-Леверетта. Крупномасштабное описание. Определение изосаты. Скачок насыщенности. Распространение скачка насыщенности. Геометрическая интерпретация.

практическое занятие (6 часа(ов)):

Определение фронтальной насыщенности и средней насыщенности в безводный период. Расчет насыщенности после прорыва воды.

Тема 10. Структура многофазного течения при мелкомасштабном описании.

лекционное занятие (6 часа(ов)):

Структура течения при мелкомасштабном описании. Стабилизированная зона.

практическое занятие (6 часа(ов)):

Граничные условия и концевые эффекты при мелкомасштабном описании. Капиллярная пропитка.

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. Основные характеристики пористых сред. Уравнения однофазной фильтрации. Уравнение пьезопроводности	7	1-3	подготовка домашнего задания	3	домашнее задание

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
2.	Тема 2. Простейшие установившиеся напорные течения. Уравнение стационарной фильтрации жидкости и газа.	7	4-7	подготовка к коллоквиуму	3	коллоквиум
3.	Тема 3. Качественные методы теории напорных течений.	7	8-10	подготовка домашнего задания	3	домашнее задание
4.	Тема 4. Нестационарное движение однородной сжимаемой жидкости.	7	11-18	подготовка домашнего задания	2	домашнее задание
				подготовка к контрольной работе	1	контрольная работа
5.	Тема 5. Автомодельные задачи теории фильтрации.	8	1-3	подготовка домашнего задания	10	домашнее задание
6.	Тема 6. Фильтрация в трещиновато-пористых и слоисто-неоднородных пластах.	8	4-6	подготовка домашнего задания	10	домашнее задание
7.	Тема 7. Процессы тепло- и массопереноса в пористой среде.	8	7-9	подготовка домашнего задания	10	домашнее задание
8.	Тема 8. Основные понятия многофазной фильтрации.	8	10-12	подготовка домашнего задания	10	домашнее задание
9.	Тема 9. Задача Баклея-Левретта.	8	12-14	подготовка домашнего задания	10	домашнее задание
10.	Тема 10. Структура многофазного течения при мелкомасштабном описании.	8	14-16	подготовка домашнего задания	8	домашнее задание
				подготовка к контрольной точке	2	контрольная точка
Итого					72	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

лекции с применением средств мультимедиа, самостоятельная работа (программирование), практические занятия, контрольные работы, зачет. В течение семестра студенты решают набор задач ПГ, указанных преподавателем, к каждому практическому занятию. В каждом семестре проводятся контрольные. К зачетам допускаются студенты, сдавшие все задачи и показавшие положительные результаты по текущей работе в течение семестра.

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

Тема 1. Основные характеристики пористых сред. Уравнения однофазной фильтрации. Уравнение пьезопроводности

домашнее задание , примерные вопросы:

Сжимаемость жидкостей и газов. Эффективные напряжения. Основные уравнения фильтрационной консолидации. Идеализация глубокозалегающего тонкого пласта. Уравнение пьезопроводности

Тема 2. Простейшие установившиеся напорные течения. Уравнение стационарной фильтрации жидкости и газа.

коллоквиум , примерные вопросы:

Плоскопараллельный поток. Течение к скважине. Формула Дюпюи. Совершенные и несовершенные скважины. Приток к галерее скважин.

Тема 3. Качественные методы теории напорных течений.

домашнее задание , примерные вопросы:

Оценка эффективной проницаемости неоднородной среды. Вариационные принципы для нелинейных законов фильтрации. Принцип вдавливания, принцип сравнения областей.

Тема 4. Нестационарное движение однородной сжимаемой жидкости.

домашнее задание , примерные вопросы:

Основные уравнения фильтрации газа. Пологие безнапорные течения. Уравнения Буссинеска. Постановка основных задач фильтрации газа и безнапорной фильтрации

контрольная работа , примерные вопросы:

Приток к галерее скважин Вариационные принципы для нелинейных законов фильтрации. Постановка основных задач фильтрации газа и безнапорной фильтрации

Тема 5. Автомодельные задачи теории фильтрации.

домашнее задание , примерные вопросы:

Предельные автомодельные решения. Задача о закачке или отборе газа через скважину. Линеаризация Лейбензона

Тема 6. Фильтрация в трещиновато-пористых и слоисто-неоднородных пластах.

домашнее задание , примерные вопросы:

Особенности постановки задач для модели Баренблатта. Динамические процессы в окрестности скважины. Особенности фильтрационных течений в слоистых пластах

Тема 7. Процессы тепло- и массопереноса в пористой среде.

домашнее задание , примерные вопросы:

Модельные задачи массопереноса от точечного источника при наличии линейной и нелинейной сорбции. Учет гистерезиса в законе сорбции

Тема 8. Основные понятия многофазной фильтрации.

домашнее задание , примерные вопросы:

Функция Леверетта. ОФП. Уравнения двухфазной фильтрации. Среднее давление для несжимаемых жидкостей.

Тема 9. Задача Баклея-Леверетта.

домашнее задание , примерные вопросы:

Определение фронтальной насыщенности и средней насыщенности в безводный период. Расчет насыщенности после прорыва воды.

Тема 10. Структура многофазного течения при мелкомасштабном описании.

домашнее задание , примерные вопросы:

Граничные условия и концевые эффекты при мелкомасштабном описании. Капиллярная проницаемость.

контрольная точка , примерные вопросы:

Предельные автомодельные решения. Динамические процессы в окрестности скважины. Учет гистерезиса в законе сорбции Уравнения двухфазной фильтрации.

Тема . Итоговая форма контроля

Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к зачету:

Проверка теоретических знаний и практических навыков осуществляется по 100-балльной рейтинговой системе, принятой к КФУ.

Вопросы к зачету 7 семестра

- 1) Основные характеристики пористых сред. Пористость, проницаемость
- 2) Уравнения однофазной фильтрации.
- 3) Закон Дарси. Границы его применимости и обобщения. Закон Форхгеймера. Формула Козени
- 4) Влияние давления на характеристики пористой среды и жидкости.
- 5) Установившиеся напорные течения. Уравнение стационарной фильтрации жидкости и газа.
- 6) Постановка граничных условий на границах месторождения и на вертикальных скважинах. Плоские задачи фильтрации.
- 7) Использование методов ТФКП для расчета плоских установившихся течений.
- 8) Течение к скважине. Формула Дюпюи. Совершенные и несовершенные скважины.
- 9) Приток к галерее скважин.
- 10) Обобщенная трубка тока. Вариационный принцип для давления.
- 11) Преобразование Юнга-Фейнхеля и двойственные вариационные принципы.
- 12) Вариационный принцип для скоростей фильтрации.
- 13) Использование двойственных вариационных принципов для получения двусторонних оценок расходных характеристик обобщенной трубки тока.
- 14) Нестационарное движение однородной сжимаемой жидкости. Постановка основных задач.
- 15) Определение параметров пласта по результатам пьезометрических испытаний скважины.
- 16) Метод интегральных соотношений.
- 17) Основные уравнения фильтрации газа.

Вопросы к зачету 8 семестра

- 1) Методы построения автомодельных решений: анализ размерностей, инвариантность относительно группы преобразований.
- 2) Автомодельные пологие безнапорные движения при нулевом начальном уровне жидкости.
- 3) Предельные автомодельные решения.
- 4) Задача о закачке или отборе газа через скважину. Линеаризация Лейбензона
- 5) Фильтрация в трещиновато-пористых и слоисто-неоднородных пластах. Модель Баренблатта.
- 6) Особенности фильтрационных течений в слоистых пластах
- 7) Понятие фазовой насыщенности и капиллярного давления.
- 8) Капиллярное равновесие в пористой среде. Гистерезис капиллярного давления.
- 9) Обобщенный закон Дарси для двухфазной фильтрации.
- 10) Функция Леверетта. ОФП.
- 11) Уравнения двухфазной фильтрации. Среднее давление для несжимаемых жидкостей.
- 12) Задача Баклея-Леверетта. Крупномасштабное описание.
- 13) Определение изосаты. Скачок насыщенности. Распространение скачка насыщенности.
- 14) Структура течения при мелкомасштабном описании. Стабилизированная зона.

15) Граничные условия и концевые эффекты при мелкомасштабном описании.

16) Капиллярная пропитка.

7.1. Основная литература:

Введение в теорию метода конечных элементов, Даутов, Рафаил Замилович;Карчевский, Михаил Миронович, 2011г.

1.Высоцкий Л.И., Коперник Г.Р., Высоцкий И.С. Математическое и физическое моделирование потенциальных течений жидкости.- Санкт-Петербург: Лань, 2014. - 64 с.
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=44842

2.Марон В. И. Гидравлика двухфазных потоков в трубопроводах. - Санкт-Петербург: Лань, 2012. - 256 с., http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=3189

3.Дмитриев Н.М., Кадет В.В. Подземная гидромеханика. Пособие для семинарских занятий. М.: Интерконтакт Наука, 2008, 174 с.

<http://znanium.com/bookread.php?book=345214>

7.2. Дополнительная литература:

Механика сплошной среды, Нигматулин, Роберт Искандерович, 2014г.

1.Новиков И.И. Термодинамика. - Санкт-Петербург: Лань, 2009. - 592 с.,
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=286

7.3. Интернет-ресурсы:

Георесурсы. - Научно-технический журнал - <http://www.georesources.ksu.ru>

Каневская Р.Д. Математическое моделирование разработки месторождений нефти и газа с применением гидравлического разрыва пласта - -
http://eknigi.org/estestvennye_nauki/164150-matematicheskoe-modelirovanie-razrabotki.htm

Моделирование нефтяных и газовых месторождений -
http://www.twirpx.com/files/geologic/mmmethods/oil_gas/

Научная электронная библиотека - <http://elibrary.ru/>

Нефть.Газ.Новации. - Научно-технический журнал - <http://www.neft-gaz-novacii.ru>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Подземная гидромеханика" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "БиблиоРоссика", доступ к которой предоставлен студентам. В ЭБС "БиблиоРоссика" представлены коллекции актуальной научной и учебной литературы по гуманитарным наукам, включающие в себя публикации ведущих российских издательств гуманитарной литературы, издания на английском языке ведущих американских и европейских издательств, а также редкие и малотиражные издания российских региональных вузов. ЭБС "БиблиоРоссика" обеспечивает широкий законный доступ к необходимым для образовательного процесса изданиям с использованием инновационных технологий и 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 "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.

"Подземная гидромеханика": учебные аудитории для проведения лекционных и семинарских занятий, компьютерный класс с набором базового программного обеспечения и возможностью многопользовательской работы и централизованного администрирования.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по специальности: 01.03.03 "Механика и математическое моделирование" и специализации Общий профиль .

Автор(ы):

Егоров А.Г. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

Коноплев Ю.Г. _____

"__" _____ 201__ г.