**f-КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ им.аль-Фараби**

**Механико-математический факультет**

**Образовательная программа по специальности**

**«6D060300 – МEX PhD »**

|  |  |
| --- | --- |
|   | Утвержденона заседании Ученого советамеханико-математического факультетаПротокол №\_\_\_от « \_\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_ 2015 г.**Декан факультета \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Бектемесов М.А.** |

**СИЛЛАБУС**

**по основному элективному модулю**

**«Численные методы в задачах фильтрации»**

1 курс, р/о, весенний семестр, 3 кредита

**Лектор:** Каримов Алтынгазы.,к.ф.-м.н., доцент, и.о.профессора, телефон 8 702 2146050, e-mail: altyngazy\_\_k@mail.ru, каб.: 319

**Преподаватель (лабораторные занятия):** Каримов А., к.ф.-м.н., доцент, и.о.профессора, телефон 8 702 2146050, e-mail:  alnyngazy\_\_k@mail.ru, каб.: 319

**Цель и задачи дисциплины:**

**Цель:** Промысловыми и лабораторными исследованиями последних лет показано, что некоторые нефти, содержащие полярные компоненты и твердые углеводороды, обладают структурно-механическими свойствами и поэтому могут быть относены к разряду вязкопластических, неньютоновских или аномально-вязких жидкостей. Изучение принципов построения, математических моделей фильтрации таких жидкостей и методы их исследования должны удовлетворить существующую потребность в современном компьютерном моделировании с применением вычислительных алгоритмов. Изучение курса поддерживается семинарскими и лабораторными занятиями.

**Задачи:** Ознакомить с методами аппроксимации экспериментальных кривых зависимости скорости фильтрации от модуля градиента давления, а так же построить математическую модель нелинейной фильтрации. Разработать численный метод решения нелинейной математической модели с последующим применением вычислительной техники. Нахождение решения уравнения Лапласа в двусвяной области, внешней границей которой является контур области фильтрации, а внутренней границей – контур скважины представляет определенные трудности. В связи с тем, что размеры области фильтрации, как правило, намного больше размеров скважины уравнения Лапласа или Пуасона не адекватно моделериуют движения жидкости в окрестености скважины. Поэтому показать студентам при решении таких задач требуется особый подход к моделированию движения жидкости в окрестности скважины

Компетенции (результаты обучения): При освоении курса «Численные методы в задачах фильтрации» студенты ознакомятся: с построением и исследованием простейших или базовых моделей, описывающих суть явления и позволяющих получить достаточно общие качественные результаты.

**Компоненты компетенции:** Компьютерное моделирование математических моделей подземной гидрогаздинамики и численная интерпретация полученных результатов требует от исследователей знания в области математичекской физики и вычислительной техники. Необходимо иметь общее представление в области развития теоретической механики – в частности в проблемах, связанных со свойствами движения неньютоновских систем.

**Результат обучения:** Руководствуясь основными принципами построения математических моделей подземных гидрогазодинамических процессов, уметь сформулировать математическую постановку задачи конкретного объекта, научиться делать анализ математической модели с применением метода компьютерного моделирования на основе одного из алгоритмических языков: СИ, Maple, Matlab и Fortran.

**Пререквизиты, постреквизиты:** уравнения математической физики, численные методы и языки программирования.

**СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Неделя | Название темы | Кол-во часов | Максимальный балл |
|  | **Модуль 1. Чиленные методы в задачах нелинейной фильтрации** |  |  |
| 1 | Лекция 1. «Математическая модель фильтрации вязкопластичной жидкости**»**.  | 2 |  |
| Практическое (лабораторное занятие) 1 «Метод ловли в узел сетки границы застойной зоны вязкопластичной жидкости» | 1 | 5 |
| 2 | Лекция 2. «Математическая модель фильтрации неньютоновской жидкости». | 2 |  |
| Практическое (лабораторное занятие) 2**«**Численный метод сквозного счета, определение границы раздела двух вязкостей» | 1 | 5 |
| СРСП №1. «Модель Шведова-Бингама в механике сплошной среды».  |  | 5 |
| 3 | Лекция 3 «Закон фильтрации аномально-вязкой жидкости и его аппроксимация функцией Хевисайда».  | 2 |  |
| Практическое (лабораторное занятие) 3«Применение теории обобщенной функции для моделирования аномально-вязкой жидкости». | 1 | 5 |
| СРСП №2. «Основные, регулярные и сингулярные обобщенные функции». |  | 5 |
| Проверочная работа №1. |  | 10 |
| 4 | Лекция 4 .« Математическая модель фильтрации аномально- вязкой жидкости»  | 2 |  |
| Практическое (лабораторное занятие) 4.«Численный алгоритм исследования нелинейной обобщенной модели аномально-вязкой жидкости» | 1 | 5 |
| СРСП №3.«Интегрирование и дифференцирование обобщенных функций» |  | 5 |
| 5 | Лекция 5 «Модель об установившейся плановой фильтрации жидкости к совершенной скважине». | 2 |  |
| Практическое (лабораторное занятие) 5«Сеточная аппроксимация задачи о скважине» | 1 | 5 |
| СРСП №4 «О функции источника сеточного оператора Лапласа».  |  | 5 |
| 6 | Лекция 6 «Аппроксимационная модель Андреева о плоско-радиальной фильтрации несжимаемой жидкости**».** | 2 |  |
| Практическое (лабораторное занятие) 6«Интегро-нтерполяционный метод для задачи фильтрации несжимаемой жидкости к скважине». | 1 | 5 |
| СРСП №5 «Аналитический метод решения задачи плоско-радиальной фильтрации к совершенной скважине»  |  | 5 |
| 7 | Лекция 7. «Математические модели на основе уравнения Лапласа и Пуссона в двусвязной области» | 2 |  |
| Практическое (лабораторное занятие) 7.«Численное решение уравнения Лапласа с учетом поправочных коэффициентов» | 1 | 5 |
| СРСП №6. «Формулировка математической модели в двусвязной области с учетом радиус скважины».  |  | 5 |
| СРСП №7. «Математическая постановка задачи с учетом функции точечного источника» |  | 5 |
| Проверочная работа № 2 |  | 10 |
| Экзаменнационные вопросы и ответы |  | 10 |
| **1 Рубежный контроль**  |  | **100** |
|  | **Модуль 2. Численные методы в задачах многофазной фильтрации** |  |  |
| 8 | Лекция 8. «Математическая постановка задачи фильтрации несжимаемой жидкости с нелокальным граничным условием».  | 2 |  |
| Практическое (лабораторное занятие) 8«Аналитический метод решения задачи фильтрации несжимаемой жидкости с нелокальным граничным условием». | 1 | 5 |
| СРСП №8. «Интегро-интерполяционный метод для задачи фильтрации несжимаемой жидкости с нелокальным граничным условием». |  | 5 |
| **Midterm**  |  | **100** |
| 9 | Лекция 9. **«**Математическая постановка задачи фильтрации несжимаемой жидкости в гидродинамически связанных пластах».  | 2 |  |
| Практическое (лабораторное занятие) 9 «Метод конечных элементов для решения задачи фильтрации в двусвязной области» | 1 | 5 |
| СРСП №9. Триангуляция круговой области методом конечных элементов. |  | 5 |
|  | Проверочная работа № 3 |  | 10 |
| 10 | Лекция 10 «Математическая постановка задачи фильтрации несжимаемой жидкости в гидродинамически связанных пластах и аналитический метод решения».  | 2 |  |
| Практическое (лабораторное занятие) 10 «Модель фильтрации жидкости в гидродинамически связанных пластах и численный метод решения». | 1 | 5 |
| СРСП №10 «Математическая постановка задачи фильтрации несжимаемой жидкости в гидродинамически связанных пластах». |  | 5 |
| 11 | Лекция 11«Доказательства единственности решения задачи фильтрации в многосвязной области с нелокальным граничным условием».  | 2 |  |
| Практическое (лабораторное занятие) 11 «Формула Дюпюи для определения дебита жидкости с учетом несжимаемости флюида». | 1 | 5 |
| СРСП №11. «Аналитический способ вывода формулы Дюпюи» |  |  |
| 12 | Лекция 12.«Интегро-интерполяционный метод построения разностной схемы с учетом логарифмической зависмости функции давления в окрестности скважины». | 2 |  |
| Практическое (лабораторное занятие) 12 «Построение вычислительного алгоритма разностной схемы с учетом логарифмической зависмости функции давления в окрестности скважины» | 1 | 5 |
| СРСП №12. Математическая модель фильтрации жидкости в многосвязной области.  |  | 5 |
|  | Проверочная работа №4 |  | 10 |
| 13 | Лекция 13.«Математическая постановка задачи о движении двухфазной жидкости в системе эксплуатационных и нагнетательных скважин».  | 2 |  |
| Практическое (лабораторное занятие) 13.«Численное решение задачи вытеснения нефти водой» | 1 | 5 |
| СРСП №13 «Математиеческая модель Баклея-Леверетта» |  | 5 |
| 14 | Лекция 14«Математическая постановка задачи вытеснения нефти водой в элементе симметрии пятиточечной схемы площадного заводнения» | 2 |  |
| Практическое (лабораторное занятие) 14«Ориентированная разностная схема против фильтрационного потока». | 1 | 5 |
| СРСП № 14 «Элемент пятиточечной схемы заводнения»  |  | 5 |
| 15 | Лекция 15«Расчет давления, насыщенностей, нефтеотдачи для пятиточечной систем скважин». | 2 |  |
| Практическое (лабораторное занятие) 15 «Вычисления насыщенности для пятиточечной системы». | 1 | 5 |
| Проверочная работа №5 |  | 10 |
| **2 Рубежный контроль**  |  | **100** |
|  | **Экзамен** |  | **100** |
|  | **ВСЕГО** |  | **100** |

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

**Основная:**

1. Вычислительные методы и программирование (численные методы в механике сплошных сред). – М., Изд.МГУ, вып 34. 1981. – 175 с.
2. Ч.Азиз, Э.Сеттари. Математическое моделирование пластовых систем.– М.: Недра, 1982
3. М.Г.Алишаев, М.Д.Розенберг,Е.В.Теслюк. Неизотермическая фильтрация при пазработке нефтяных месторождений. – М.: Недра, 1985
4. Баренблат Г.И.,Ентов В.М.,Рыжик В.М. Теори нестационарной фильтрации жидкости и газа. – М.: Недра, 1972
5. Дж.Астарита, Дж.Марруччи. Основы гидромеханики неньютоновских жидкостей. – М.: Мир, 1978

**Дополнительная:**

1. Полубаринова – Кочина П.Я. Теория движения грунтовых вод. – М.: Недра, 1975.
2. В.Я.Булыгин. Гидромеханика нефтяного пласта.– М.: Недра, 1974.
3. Чекалин А.Н.,Шевченко В.А. Овычислении функции давления в многослойных пластах. – Казань, КГУ, 1980

АКАДЕМИЧЕСКАЯ Политика курса

Все виды работ необходимо выполнять и защищать в указанные сроки. Студенты, не сдавшие очередное задание или получившие за его выполнение менее 50% баллов, имеют возможность отработать указанное задание по дополнительному графику. Студенты, пропустившие лабораторные занятия по уважительной причине, отрабатывают их в дополнительное время в присутствии лаборанта, после допуска преподавателя. Студенты, не выполнившие все виды работ, к экзамену не допускаются. Кроме того, при оценке учитывается активность и посещаемость студентов во время занятий.

будьте толерантны, уважайте чужое мнение. Возражения формулируйте в корректной форме. Плагиат и другие формы нечестной работы недопустимы. Недопустимы подсказывание и списывание во время сдачи СРС, промежуточного контроля и финального экзамена, копирование решенных задач другими лицами, сдача экзамена за другого студента. Студент, уличенный в фальсификации любой информации курса, несанкционированном доступе в Интранет, пользовании шпаргалками, получит итоговую оценку «F».

За консультациями по выполнению самостоятельных работ (СРС), их сдачей и защитой, а также за дополнительной информацией по пройденному материалу и всеми другими возникающими вопросами по читаемому курсу обращайтесь к преподавателю в период его офис-часов.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Оценка по буквенной системе | Цифровой эквивалент баллов | %-ное содержание | Оценка по традиционной системе |
| А | 4,0 | 95-100 | Отлично |
| А- | 3,67 | 90-94 |
| В+ | 3,33 | 85-89 | Хорошо |
| В | 3,0 | 80-84 |
| В- | 2,67 | 75-79 |
| С+ | 2,33 | 70-74 | Удовлетворительно |
| С | 2,0 | 65-69 |
| С- | 1,67 | 60-64 |
| D+ | 1,33 | 55-59 |
| D- | 1,0 | 50-54 |
| F | 0 | 0-49 | Неудовлетворительно |
| I (Incomplete) | - | - | «Дисциплина не завершена»(*не учитывается при вычислении GPA)* |
| P (Pass) | **-** | **-** | «Зачтено»(*не учитывается при вычислении GPA)* |
| NP (No Рass) | **-** | **-** | «Не зачтено»(*не учитывается при вычислении GPA)*  |
| W (Withdrawal) | - | - | «Отказ от дисциплины»(*не учитывается при вычислении GPA)* |
| AW (Academic Withdrawal) |  |  | Снятие с дисциплины по академическим причинам(*не учитывается при вычислении GPA)* |
| AU (Audit) | - | - | «Дисциплина прослушана»(*не учитывается при вычислении GPA)* |
| Атт.  |  | 30-6050-100 | Аттестован |
| Не атт. |  | 0-290-49 | Не аттестован |
| R (Retake) | - | - | Повторное изучение дисциплины |

*Рассмотрено на заседании кафедры*

*протокол № \_\_ от « \_\_ » \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ г.*

**Зав.кафедрой \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**Жакебаев Д.Б.

**Лектор** \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Каримов А.