

Ўзбекистон алоқа ва ахборотлаштириш агентлиги
Тошкент ахборот технологиялари университети



TATU хабарлари

4/2011

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ФИЛЬТРАЦИИ МНОГОФАЗНЫХ ЖИДКОСТЕЙ В ПОРИСТОЙ СРЕДЕ

Э.Ш.Назирова

Макур иш нефт газ конларини асосий кўрсаткичларини ҳисоб китоби автоматлаштирилган тизимнинг дастурий таъминотини ёритишга бағишланган.

Работа посвящена описанию программного обеспечения автоматизированной системы для расчета основных показателей нефтегазовых месторождений.

This paper is devoted software automated system for calculating the key indicators of oil and gas deposits.

Программное обеспечение автоматизированной системы разработано на базе вычислительного алгоритма решения задач фильтрации многофазных жидкостей в пористой среде[1-4].

Разработка программного обеспечения в первую очередь связана с модульным анализом алгоритмов решения поставленных задач, позволяющих определить структуру автоматизированной системы.

В целом основной целью модульного анализа является определение совокупности модулей (подпрограмм), при помощи которых разрабатываются программы для решения задач. В результате модульного анализа получены, следующие результаты: определены схемы решения краевых задач; сформированы информационные и логические связи модулей; выявлены основные модули решения начально-краевых задач.

Проблемно-ориентированная система состоит из двух частей: управляющей программы и функционального наполнения. При этом, исходя из информации для системы задач посредством пользовательского интерфейса, управляющая программа управляет всем ходом расчета проблемно-ориентированной системы, начиная от ввода исходных данных до получения соответствующих результатов. Функциональное наполнение системы состоит из модулей построения и решения дифференциальных уравнений и модулей результатов расчета по предотвращению угрозы.

При построении автоматизированной системы решения поставленных задач особую роль играет построение информационной модели пласта нефтегазовых месторождений. Исходя из этого, ниже кратко опишем методики построения информационной модели пласта нефтегазовых месторождений.

Разработка методики построения информационной модели пласта нефтегазовых месторождений. Перед реализацией численных моделей фильтрационных процессов, происходящих в нефтегазовых пластах, необходимо, прежде всего, разработать их информационные модели, содержащие в себе целый комплекс информационных данных.

Компонент информационного обеспечения автоматизированных систем прикладных программ осуществляет автоматизированный ввод, обработку, вывод и хранение информации, а также передачу их вычислительному модулю системы. Он состоит из единой информационной базы данных (ИБД), комплекса программных модулей (КПМ) и комплекса числовых файлов (КЧФ).

Разработана информационная модель условного месторождения А, которая будет использована при определении гидродинамических показателей с помощью численного решения краевой задачи по дальнейшему проектированию, анализу и прогнозированию разработки[1].

ИБД содержит информацию о предметной области фильтрации месторождения А, т.е. следующие данные: геологические и гидродинамические параметры месторождения; конфигурация области фильтрации; скважины и их дебиты, значения давления, проницаемости пласта, пористости на этих скважинах, а также начальное и конечное время эксплуатации скважин; начальные значения поля проницаемости и пористости пласта по всей области фильтрации; начальные значения поля давления и насыщенности нефти, газа, воды. На основе этих данных составлен информационный массив о сеточной области фильтрации.

Далее приведем краткое описание функциональных модулей расчета нефтяных и нефтегазовых месторождений.

Описание функциональных модулей расчета нефтяных и нефтегазовых месторождений. Система прогнозирования разработки нефтегазовых месторождений (ПРНГМ) является инструментом для проведения вычислительных экспериментов по исследованию нестационарных процессов фильтрации многофазных жидкостей в пористой среде. Применение данной системы повышает эффективность разработки нефтяных и нефтегазовых месторождений, а также позволяет ускорить проектирование и прогнозирование разработки месторождений.

Система позволяет вести численный расчет прикладных задач фильтрации многофазной жидкости для двухмерных областей практически произвольной формы. Для различных краевых задач допускаются различные формы областей фильтрации. При этом формируется информационный массив для описания расчетной области фильтрации с использованием ИБД. На границе области фильтрации можно задать краевые условия первого или второго, или смешанного типов.

Функционирование системы ПРНГМ позволяет следующее: проведение вычислительного расчета основных показателей разработки нефтегазовых месторождений; обеспечение ввода и корректировки данных; просмотр результатов численных расчетов на экране дисплея при заданном промежутке времени; обеспечение формирования информационного массива для расчетной области фильтрации; обеспечение выдачи результатов в текстовой файл в заданном промежутке времени.

Основными функциями системы являются: определение конфигурации сеточной области фильтрации и формирование исходных данных; ведение численных расчетов по определению показателей разработки нефтегазового месторождения; формирование результатов расчета в виде таблиц или графиков.

Автоматизированная система ПРНГМ состоит из следующего комплекса программных средств: сервисных программ, обеспечивающих удобство связи пользователя с системой; управляющей программы, обеспечивающей экспериментатору контроль за ходом накопления исходных данных для информационного обеспечения системы, ходом вычислительного процесса, а также позволяющей анализировать промежуточные и окончательные результаты решения конкретной задачи; программных средств, обеспечивающих автоматизированный сбор, накопление, хранение и корректировку информации, а также реализующих различные методы решения отдельных классов задач.

Все модули системы можно разделить на подсистемы: подсистема обеспечения сервиса (ПОС), подсистема информационного обеспечения (ПИО), подсистема технологических расчетов (ПТР).

Подсистема ПОС. Программные модули ПОС обеспечивают пользователю выбор конкретной задачи, управление формированием исходных данных, выдачу результатов в требуемой форме (таблицы, графики, карты изолиний и т.д.) на экран дисплея или через печатающее устройство.

Модуль выбора задач (головное меню) дает возможность выбора экспериментатору одно- или двухмерной многофазной модели фильтрации.

Управляющий модуль решения задачи системы передает управление или головному модулю формирования исходных данных (ГМФИД), обеспечивающему их накопление для информационного обеспечения системы, или головному вычислительному модулю (ГВМ), осуществляющему вычислительный процесс, или головному модулю просмотра результатов (ГМПР), позволяющему анализировать промежуточные и окончательные результаты решения задачи.

Из ГМФИД пользователь может обращаться к модулям изменения конфигурации области фильтрации (МИКОФ) и размерности сетки (МИРС), а также к модулю ввода на экран для просмотра и редактирования базы данных (БД) (МВПиРБД). После обращения к МИКОФ или МИРС при изменении конфигурации области фильтрации или размерности сетки, автоматически срабатывает модуль автоматического формирования исходных данных (МАФИД). Система предусматривает решение задачи при следующих областях фильтрации: произвольная, прямоугольная, круг и эллипс. А при обращении к МВП и РБД система предоставляет пользователю возможность выбора конкретной ИБД для просмотра и редактирования БД (КМП и РБД).

Подсистема ПИО. Для функционирования системы ПРНГМ требуются значительные объемы исходных данных. К ним относятся параметры пласта, физические характеристики флюидов, а также задаются местоположения и дебиты добывающих скважин, зависящие от времени. Все исходные значения функции координат точки (i,j) , представленные в виде карт, вводятся в ИБД.

ПИО как компонент информационного обеспечения системы осуществляет автоматизированный ввод, обработку, вывод и хранение информации и состоит из единой ИБД, (КПМ) и (КЧФ).

Модули КПМ, предусматривающие чтение, просмотр и редактирование информации из ИБД (КМПиРБД), обрабатывают информацию с учетом организации решения задачи в диалоговом режиме. Они позволяют пользователю перед вычислительным экспериментом просмотреть на экране монитора данные, хранимые в ИБД, и при необходимости изменить их. Затем эти сформированные входные данные перенаправляются в соответствующие файлы исходных данных (ФИД) из КЧФ.

Кроме того, во время и после вычислительного процесса промежуточные и окончательные выходные результаты направляются в соответствующие файлы промежуточных (ФПР) и окончательных результатов (ФОР) из КЧФ для дальнейшего анализа с помощью ГМПР.

Подсистема технологических расчетов осуществляет прогнозные расчеты технологических показателей по выбору пользователя. В подсистему входят различные численные алгоритмы решения задач, которые обеспечивают эффективность работы вычислительного процесса.

На основе алгоритмов решения краевых задач фильтрации многофазной жидкости разработан комплекс программных средств, который реализован на языке Pascal и состоит из комплекса вычислительных модулей (КВМ) и единого комплекса библиотечных модулей (КБМ).

При разработке этих модулей применены эффективные вычислительные алгоритмы и некоторые программные приемы для сокращения требуемой оперативной памяти и времени расчетов: многократное использование массивов; группирование однозначной информации; организация библиотечного модуля программ; управление вычислительным процессом с помощью информационного массива.

Структуры базы данных. Всякая прикладная программа является отображением какой-то части реального мира и поэтому содержит его описание в виде данных. Крупные массивы данных размещают, как правило, отдельно от используемого кода программы и организуют в виде БД. На основе модели данных определяется структура БД.

В ИБД системы входит информация о предметной области фильтрации, а именно:

- геологические и гидродинамические параметры месторождения. Для чтения и редактирования БД предусмотрен модуль обработки параметров месторождения, который пересылает отредактированные данные в числовой файл параметров месторождения для непосредственного использования в вычислительном процессе;

- конфигурацию области фильтрации. Модуль определения области фильтрации для заданного числа узлов N и M образует сеточную область Ω_{h_1/h_2} и определяет граничные узлы, а также их соответствующие граничные условия, которые пересылаются в числовой файл данных области фильтрации для непосредственного использования в вычислительном процессе;

- скважины и их дебиты. Модуль обработки данных скважин для заданного числа N_q делает выбор скважин и данные пересылает в числовой файл данных скважин. Кроме того, он дает возможность пользователю редактировать, создавать новые данные о скважинах для конкретно заданной области фильтрации;

- проницаемость и пористость пласта по всей области фильтрации. Модуль обработки информации полей пласта по всей области фильтрации (МОИПП) для узлов области Ω_{h_1/h_2} определяет их соответствующие значения, которые пересылаются в числовые файлы значений проницаемости и пористости;

- начальные значения полей давлений и насыщенности фаз. Чтение и редактирование этих БД осуществляет также МОИПП, который образует числовые файлы начальных данных.

Программное обеспечение автоматизированной системы реализовано в системе визуального программирования Delphi 7 [5].

ЛИТЕРАТУРА

1. Абуталиев Ф.Б., Назирова Э.Ш. Автоматизация вычислительных расчетов задач фильтрации многофазных жидкостей в пористой среде // Узб. Журнал «Проблемы информатики и энергетики». – Ташкент, 2009. - С.66-73.
2. Абуталиев Ф.Б., Назирова Э.Ш. Численное моделирование задачи фильтрации многофазных жидкостей в пористой среде // Современные техника и технологии горно-металлургической отрасли и пути их развития: Международная научно-техническая конференция. - Навои, 2010. С. 456-457.
3. Абуталиев Ф.Б., Назирова Э.Ш. Вычислительный алгоритм решения задач фильтрации трехфазной жидкости в пористых средах // Узб. Журнал «Проблемы информатики и энергетики». - Ташкент, 2010.- С. 35-42.
4. Назирова Э.Ш. Дифференциально-разностный метод решения одной нестационарной двумерной задачи фильтрации многофазных жидкостей в пористых средах // ТАТУ хабарлари № 3/2011,- Тошкент, С.52-55.
5. Дарахвиладзе П.Г., Марков Е.П. Программирование в Delphi 7. – СПб.: БХВ-Петербург, 2003. – 784 с.