

## РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ ФЛЮИДОВ

Д. В. Павлович  
(ООО "ПермНИПИнефть")

Одной из важнейших задач, стоящих при изучении проб нефти и газа, является разработка программного инструментария для компьютерной обработки данных, т. е. создание такого набора программного обеспечения (ПО),

который позволил бы в полной мере автоматизировать все операции и оптимизировать информационные потоки в соответствии с принципами процессного подхода. Необходимость в этом подчеркивается появлением ГОСТ Р ИСО/МЭК 17025—2000 "Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий", который содержит строгие требования к системам менеджмента качества. Организация системы автоматизированной обработки информации (процессинга) позволяет перенести сферу приложения человеческого интеллекта в экспертную область принятия решений, оставив за компьютером наиболее трудоемкие, монотонные и легко формализуемые операции.

Программное обеспечение разрабатывалось и создавалось с опорой на следующие принципы:

удобство работы даже для неквалифицированного пользователя (традиционный интерфейс, наличие контекстно-чувствительной справочной службы, "защита от дурака");

открытость справочных модулей (возможность изменения всех констант, к которым обращаются программы в процессе исполнения);

использование всеми программными единицами унифицированных расчетных методик и стандартизованных справочников;

модульную структуру программ, основанную на разделении исполняемого кода между приложением и библиотеками динамической компоновки;

ориентацию на межпрограммный обмен данными в рамках используемых процессов с возможностью несетевой работы;

защищенность информации от системных сбоях и несанкционированного доступа;

организацию взаимодействия с распространенными офисными программами, такими, как MS Word, Excel, Grapher.

Практика показывает, что оптимальной следует признать трехуровневую структуру программного обеспечения. I уровень составляют автоматизированные рабочие места (АРМ) для обработки исходных аналитических данных ("Поверхностная нефть", "Хроматография"). II уровень образуют программы для расчета функционально-зависимых характеристик

Разработан комплекс программ для организации автоматизированной системы обработки данных о свойствах и составе нефти и газа. Охарактеризованы готовые программные продукты и принципы обмена данными.

A data processing system program complex for fluids research is developed. Described are application programs and data exchange principles.

нефти, газа и конденсата и для графической обработки данных ("Дегазирование", "Сжимаемость"). На III уровне позиционируется база данных (БД) "Флюид", содержащая "конечные" сведения о свойствах и составе проб флюидов.

БД "Флюид" была написана на Visual FoxPro 6.0, остальное ПО создавалось своими силами посредством широко известной среды разработки Delphi 5.0.

В результате использования при написании программ технологии разделения исполняемого кода появилась возможность выделить отдельный блок, образованный общими для всех приложений вспомогательными файлами. В него входят файлы, в которых содержится справочная информация об индивидуальных газовых компонентах (например, критические параметры), фундаментальные и физико-химические константы (универсальная газовая постоянная, молярный объем идеального газа и др.), а также библиотеки динамической компоновки (*DLL*), в которых реализованы основные расчетные процедуры. К этим справочникам и библиотекам обращаются в процессе выполнения все приложения, что гарантирует полное совпадение и безусловную воспроизводимость полученных результатов. Кроме того, данная технология обеспечивает быстрое внесение изменений в расчетные методики, увеличивая гибкость алгоритма и продлевая ресурс программного обеспечения.

АРМ инженеров предназначены в основном для получения состава пробы флюида (концентрации основных компонентов) и тех ее свойств, которые определяются прямым измерением, например показателя преломления, плотности, вязкости нефти (рис. 1).

Исходная информация в программы, как правило, поступает при помощи клавиатурного ввода. Конечные данные, помимо тривиального дисплейного представления, выводятся в формате, обеспечивающем использование приложениями следующих уровней, в том числе базой данных "Флюид". В настоящее время имеется тенденция к появлению "нулевого звена" процессинга, связанного с внедрением готовых аппаратно-программных комплексов (рентгено-флюоресцентный анализатор MiniPal).

Расчетные программы II уровня предназначены для определения тех характеристик флюида, которые невозможно либо нецелесообразно получить прямым измерением (рис. 2).

Исходная информация в программы может поступать как при помощи клавиатурного ввода, так и с

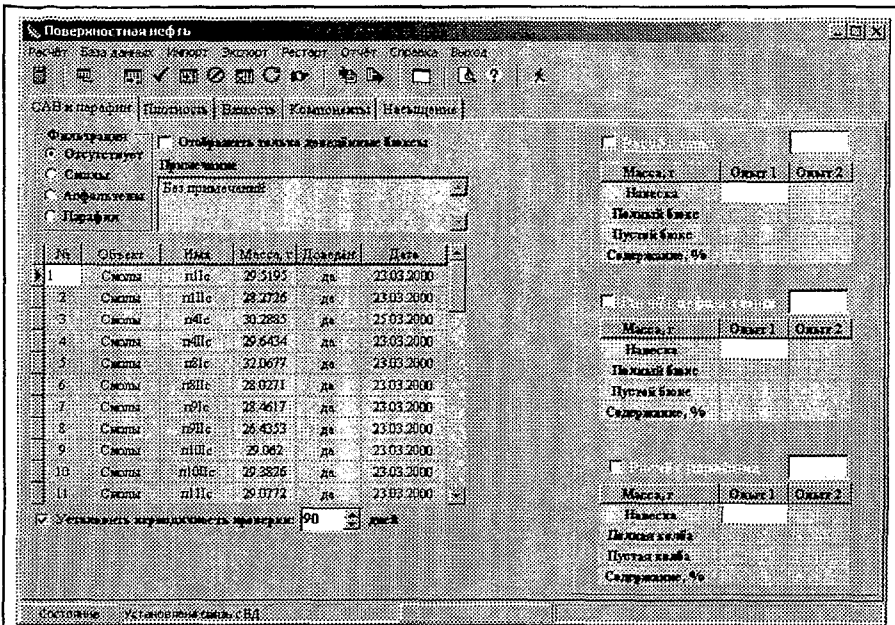


Рис. 1. Внешний вид программы "Поверхностная нефть"

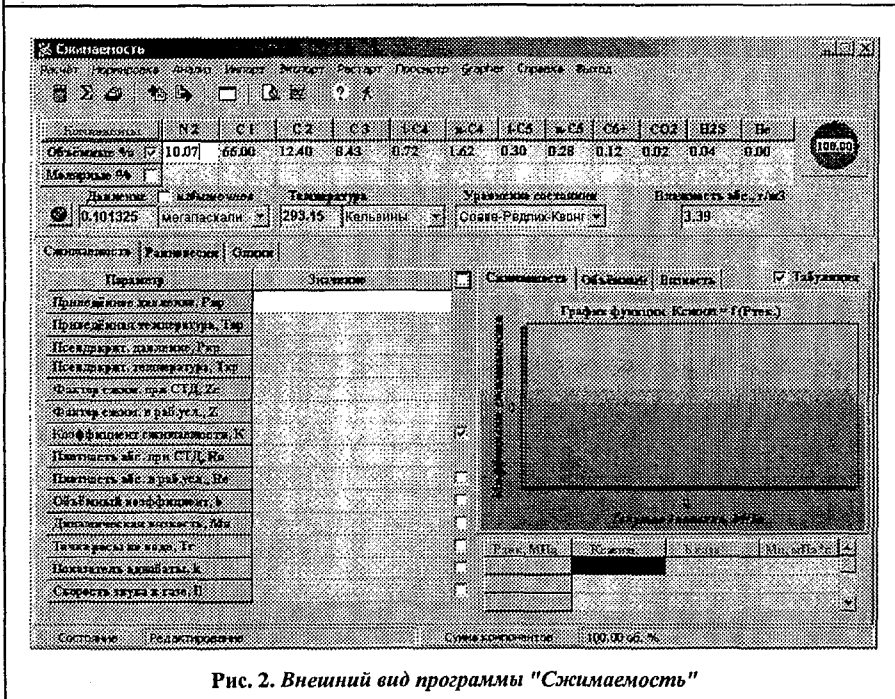


Рис. 2. Внешний вид программы "Сжимаемость"

использованием средств межпрограммного обмена из других приложений, для чего поддерживаются процедуры экспорта-импорта данных. Наиболее значимой является реализация следующих методов (в скобках приведен источник, на основании которого разрабатывались алгоритмы):

- выражение концентраций газовой смеси в разных единицах измерения (объемные, молярные, массовые проценты, мг/см<sup>3</sup>) [1];
- расчет плотности газовой смеси в стандартных и рабочих  $p, T$ -условиях [1, 2];
- вычисление низшей удельной объемной теплоты сгорания газовой смеси [1];
- расчет молекулярной массы газовой смеси [1];

- определение числа Воббе газовой смеси [3];
- расчет точки росы по воде газовой смеси [4];
- классификация газовой смеси [5];
- расчет коэффициента сжимаемости газовой смеси [1, 2, 6];
- расчет объемного коэффициента газовой смеси [1, 2];
- определение динамической вязкости газовой смеси [1];
- вычисление показателя адиабаты газовой смеси [1];
- расчет скорости звука в газовой смеси [1].

Большинство расчетных алгоритмов создано в виде библиотечных модулей (DLL-файлов), которые при необходимости легко подключаются к исполняемым файлам, делая доступными многие из указанных расчетов уже на уровне АРМ.

В программе "Сжимаемость" предусмотрена возможность графического и табличного построения следующих зависимостей: сжимаемость, объемный коэффициент и вязкость газа как функции давления. В настоящее время ведется разработка методов расчета фазовых равновесий природных углеводородных систем.

База данных "Флюид" была создана для хранения и обработки данных о свойствах и составе проб нефти и газа. Структурно она состоит из следующих таблиц: глубинные пробы нефти, дифференциальное дегазирование, состав растворенного газа, состав попутного газа, поверхностные пробы нефти, состав свободного газа, состав стабильного конденсата и компонентный состав нефти.

Краткая характеристика возмож-

ностей БД "Флюид":

- расчеты функционально-зависимых характеристик нефтей и газов;
- нелинейная аппроксимация графических зависимостей газонасыщенности, плотности, вязкости, объемного коэффициента, сжимаемости пластовой нефти от давления;
- наглядный механизм конструирования запросов для получения средних свойств флюида по скважине, пласту, подсчетному объекту;
- возможность экспорта результатов в Excel (данных для построения графических зависимостей — в DAT-файл);
- быстрое формирование и печать отчетов.

При создании программного обеспечения самое серьезное внимание уделялось процедурам обмена данными между различными приложениями. Как показывает анализ, слабыми звеньями информационного тракта остаются участки, требующие участия пользователя (клавиатурный ввод). Именно на этих стадиях работы часто возникают случайные ошибки, значимость которых зачастую очень велика.

Для обеспечения рациональности, эффективности и надежности обмен информацией организован с применением стандартных файлов, данные в которых структурированы по определенным правилам. Текстовые файлы с унифицированным разделителем цифр (пробел) не требуют обширного дискового пространства, легко сжимаются архиваторами, визуализируются средствами низкоуровневых текстовых редакторов, достаточно просто преобразуются в форматы Excel и Grapher.

Стандартный обменный файл является набором строк, содержащим информацию о глубинной, дегазированной, поверхностной пробе нефти, пробе растворенного, попутного, свободного газа или конденсата. Каждое приложение может сохранять в файле как входную (первичную) информацию, так и выходные (обработанные) данные о компонентном составе и свойствах пробы. В целях большей защищенности информации от ошибок пользователя операции разнуровневых приложений со стандартным файлом имеют разный приоритет. Например, для АРМ разрешены дополнение или замена той группы строк файла, которая описывает текущую операцию.

Удобство работы с файлом каждого приложения

обеспечивается применением специальных форм, которые поддерживают чтение строк стандартного файла, сортировку, интерпретацию данных, их представление в удобном для пользователя виде.

Применение системы автоматизированной обработки данных в исследовательских подразделениях позволяет при сравнительно небольших издержках существенно сократить трудозатраты, повысить качество и достоверность информации, создать условия для развития расчетных методов, перейти к оперативному учету проб. В настоящее время программные продукты готовятся к регистрации в Роспатенте.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 30319.1—96. Газ природный. Методы расчета физических свойств. Определение физических свойств природного газа, его компонентов и продуктов его переработки.
2. Баталин О.Ю., Брусиловский А.И., Захаров М.Ю. Фазовые равновесия в системах природных углеводородов. — М.: Недра, 1992.
3. ГОСТ 22667—82. Газы горючие природные. Расчетный метод определения теплоты сгорания, относительной плотности и числа Воббе.
4. РД 39—0147103—311—86. Методика определения количества конденсата, выпадающего в газопроводе. — ВНИИСПТнефть, 1986.
5. Старосельский В.И. О номенклатуре и классификации состава газа залежей и месторождений нефти и газа // Геология и разведка газовых и газоконденсатных месторождений. — 1976. — № 1.
6. ГОСТ 30319.2—96. Газ природный. Методы расчета физических свойств. Определение коэффициента сжимаемости.

## РАЗРАБОТКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ И ДОБЫЧА

УДК 622.276.031:532.529.5.001.57

### ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПЛАСТ И ОКОЛОСКВАЖИННЫЕ ЗОНЫ НА ОСНОВЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ ФИЛЬТРАЦИОННЫХ ПОТОКОВ СЛОЖНОЙ ГЕОМЕТРИИ

Н. А. Шевко

(ООО "ЛУКОЙЛ—ПЕРМНЕФТЬ")

Разработана методика прогнозирования результатов (технологической эффективности) геолого-технологических воздействий на околоскважинные зоны, проводимых с целью регулирования разработки нефтяных залежей. В основу прогнозирования показателей эффективности положен метод численного моделирования многофазных фильтрационных потоков сложной геометрии, возникающих в околоскважинном пространстве, который базируется на использовании несогласованных нерегулярных неортогональных разностных сеток, детально описывающих особенности изменения гидродинамического состояния околоскважинных зон в результате воздействия. Методика используется в Пермской области.

The technological efficiency forecasting technique of technological influences on the near wells bore zones with the purpose of petroleum deposits development regulation is developed. In a basis of efficiency parameters forecasting is the method of numerical modelling of the multiphase complex geometry flows appearing in near wells bore zones. The method is based on use unorthogonal irregular non-matched grids detailed describing feature of hydrodynamical condition change in near well bore as a influence result. The technique is used on Perm area.

**Введение.** Одним из наиболее действенных инструментов управления разработкой нефтяных залежей

является применение различных геолого-технологических воздействий (ГТВ), используемых в рамках