

ко данная задача не имеет единственного решения, так как сложно определить критерий оптимальности.

Выводы. Исследования показали, что дополнительные подходы, в частности модификация ОФП, позволяют учесть на определенном уровне точности влияние трещиноватости на процессы фильтрации, моделируемые в рамках модели единичной пористости.

Разработаны приемы модификации ОФП, имеющие теоретические корни и учитывающие механику фильтрационных процессов в трещиновато-пористой среде. Численное моделирование позволило провести сравнение разработанных приемов и выделить два наиболее эффективных из них. Дальнейшая разработка рассмотренного подхода представляется перспективной с точки зрения повышения эффективности гидродинамического моделирования.

Результаты исследований могут быть полезны специалистам по гидродинамическому моделированию процессов разработки нефтяных месторождений.

Автор выражает благодарность В.Л. Новиковой, М.А. Патрушеву, А.В. Распопову, С.В. Русакову и Н.А. Шевко за внимание и помощь в работе, ЗАО "ЛУКОЙЛ—ПЕРМЬ" за содействие в проведении исследований.

ЛИТЕРАТУРА

1. Викторин В.Д. Влияние особенностей карбонатных коллекторов на эффективность разработки нефтяных залежей. — М.: Недра, 1988. — 150 с.
2. Наказная Л.Г. Фильтрация жидкости и газа в трещиноватых коллекторах. — М.: Недра, 1972. — 184 с.

3. Майдебор В.Н. Особенности разработки нефтяных месторождений с трещиноватыми коллекторами. — М.: Недра, 1980. — 288 с.
4. Голф-Рахт Т.Д. Основы нефтепромысловой геологии и разработки трещиноватых коллекторов. — М.: Недра, 1986. — 608 с.
5. Справочное руководство по проектированию разработки и эксплуатации нефтяных месторождений. Проектирование разработки / Ш.К. Гиматудинов, Ю.П. Борисов, М.Д. Розенберг и др. — М.: Недра, 1983. — 463 с.
6. Starley G.P. A Material-Balance Method for Deriving Interblock Water/Oil Pseudofunctions for Coarse-Grid Reservoir Simulation, SPE Reservoir Engineering, August 1988. — P. 977—984.
7. Шевко Н.А. Модификация абсолютной и фазовых проницаемостей при построении гидродинамических моделей нефтяных залежей // Нефтепромысловое дело. — 2001. — № 12. — С. 13—16.
8. Bourbiaux B., Cacas M.-C., Sarda S. and Sabathier J.-C. A Rapid and Efficient Methodology to Convert Fractured Reservoir Images into a Dual-Porosity Model // SPE Annual Technical Conference and Exhibition held in San Antonio, Texas, 5—8 October 1997.
9. Gilman J.R. An Efficient Finite-Difference Method for Simulating Phase Segregation in the Matrix Blocks in Double-Porosity Reservoirs // SPE Reservoir Engineering. — July 1986. — P. 403—413.
10. Азиз Х., Сеттари Э. Математическое моделирование пластовых систем / Пер. с англ. — М.: Недра, 1982. — 407 с.
11. Ромм Е.С. Фильтрационные свойства трещиноватых горных пород. — М.: Недра, 1966. — 284 с.
12. Warren J.E. and Root P.J. The behaviour of naturally fractured reservoirs // SPE Journal. — 1963. — P. 245—255.

УДК 681.3:552.578.+665.61.03

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ОПЕРАТИВНОГО АНАЛИЗА И РЕГУЛИРОВАНИЯ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ В ООО "ЛУКОЙЛ—ПЕРМНЕФТЬ"

А. В. Горшков, Н. А. Шевко
(ООО "ЛУКОЙЛ—ПЕРМНЕФТЬ")

Для решения задач анализа и регулирования разработки применяются современные компьютерные технологии, использование которых обуславливает сбор и хранение геолого-геофизической и промысловой информации в интегрированных базах данных, оперативное геологическое и гидродинамическое моделирование и многое другое. Такая технологическая цепочка реализована на основе зарубежных программных продуктов и собственных программных инструментов и баз данных.

To the decision of analysis and regulations of oil and gas field development tasks are applied modern computer technologies, which use causes the tax and storage of the geology-geophysical and trade information in the integrated databases, operative geological and filtrational modelling and much another. Such technology is realized on the basis of foreign software and own program tools and databases.

Современное управление разработкой месторождений должно опираться на современные идеи геолого-технологического моделирования процессов разработки и эксплуатации залежей нефти и газа, основанные на едином информационном обеспечении с использованием интегрированной базы данных. Практическая реализация компьютерных технологий анализа и регулирования разработки месторождений неразрывно связана с решением задач:

сбора первичной промысловой информации (по работе скважин, групповых замерных установок, кустовых насосных станций и др.) и результатов геофизических и гидродинамических исследований скважин;

формирования баз данных (БД);

разработки (приобретения) программных комплексов, направленных на обработку, анализ и первичное обобщение информации, хранимой в БД;

создания геологических и гидродинамических моделей залежей (для оценки эффективности и планирования мероприятий, направленных на совершенствование систем разработки).

В ООО "ЛУКОЙЛ—ПЕРМНЕФТЬ" источником оперативной (суточной) информации является база данных цеха, содержащая: суточные сводки по объектам промысла (откачки насосов, работа агрегатов, взливы в буллитах, данные по фидерам и т. д.); простои скважин (причины остановки, дата, время, состояние работ на скважине и т. д.); данные замеров по скважинам (дебит по отводу групповой замерной установки, процент обводненности, плотность воды, статический и динамический уровни). Часть этих данных поступает в базу автоматически непосредственно от замерного устройства (например, дебиты жидкости, данные по работе агрегатов и т. д.), а часть заводит оператор (например, простои скважин, данные об обводненности и т. д.). Соотношение частей зависит от степени автоматизации производства в конкретном цехе.

Далее эти сведения поступают на общий сервер, и специалист-разработчик, курирующий данный объект, ежедневно имеет на своем рабочем месте последние сведения о работе фонда скважин и технологических установок. Таким образом, получая текущую информацию, можно оперативно контролировать процесс

разработки залежей, работу технологических объектов и эффективность проведенных работ (пуска скважины, обработки, ремонта и т. д.), предложить провести дополнительные мероприятия и исследования или отказаться от них.

Полноценный контроль и управление разработкой месторождения невозможны без представления о строении залежи, ее характеристиках и скважинных данных. Объем информации большой, увеличивающийся со временем, поэтому на многих предприятиях используются различные программные комплексы для хранения и ведения баз данных геолого-геофизической информации.

В ООО "ЛУКОЙЛ—ПЕРМНЕФТЬ" основной блок данных хранится в программе BaseGIS (рис. 1), разработанной и сопровождаемой в управлении информационных технологий и систем. Эта программа играет роль основной БД при обработке и просмотре данных, так как, по сути, является хранилищем наиболее необходимой геологической, геофизической информации, истории добычи и их производных. Загрузка осуществляется администраторами БД из специализированных программных приложений, в которых производится ввод (ручной или из соответствующих файлов) и проверка качества данных. Кроме просмотра, хранения информации и некоторых функциональных возможностей, BaseGIS играет роль связующего звена между другими БД и внешними приложениями — интерпретаторами. Таким образом, на нашем предприятии ввод и проверка данных отделены от хране-

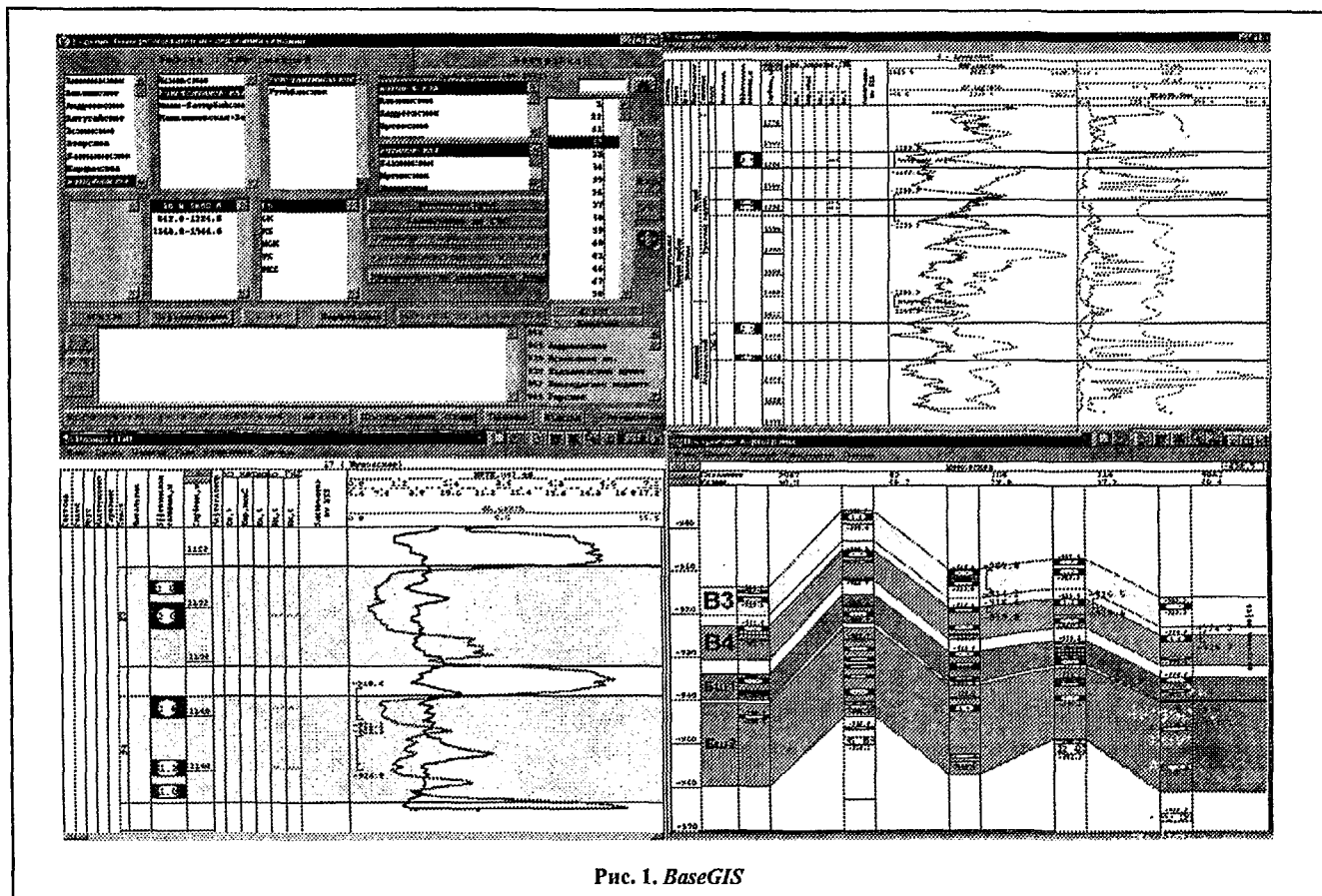


Рис. 1. BaseGIS

ния. По мнению авторов, это наиболее удобный и действенный способ создания БД. Требования к подробности и качеству необходимой информации постоянно повышаются, и очень сложно непрерывно совершенствовать непосредственно программу-хранилище. Значительно проще настраивать небольшие приложения под конкретный вид данных, источник, алгоритм проверки данных на кондиционность и даже под пользователя. В то же время хранимая база данных имеет достаточно жесткую структуру, и при необходимости лишь расширяется ее внутреннее содержание. Это позволяет использовать БД для экспорта в другие базы данных или для обработки и интерпретации различного вида информации в специализированных программных продуктах.

В качестве программы-интерпретатора авторами используется геоинформационная система ArcView фирмы ESRI. Этот продукт позволяет обрабатывать и визуализировать информацию различного вида — текст, таблицы, векторную и растровую графику, отображать результаты в пространственных координатах (2D и 3D). Преимущество системы ArcView — в ее гибкости и возможности расширения функций. Например, оператор может разработать какой-либо алгоритм обработки данных, осуществить его самостоятельно и при получении положительного результата

рекомендовать программистам автоматизировать данный процесс — "вывести на кнопку".

Нашими программистами создан ряд модулей (приложений) к ArcView, направленных на автоматическое выполнение запроса к БД BaseGIS, и вывод информации на экран с последующей ее интерпретацией (рис. 2). Теперь, кроме стандартных функций геоинформационной системы, есть возможность строить различные карты параметров (изобар, текущих и суммарных отборов и закачки и т. д.), схематические разрезы, графики; подготавливать и проверять пространственную информацию; записывать подготовленные данные в БД; просматривать и использовать результаты гидродинамических расчетов, полученных в программном пакете ECLIPSE и т. д. Возможности ArcView велики, и описывать их можно достаточно долго. Используется данный продукт не только геологами-разработчиками и маркшейдерами, но и технологами, экономистами и другими специалистами предприятия.

Эти программные комплексы установлены на всех рабочих местах разработчиков, так как с их помощью значительно уменьшается время и увеличивается качество подготовки информации и анализа.

Все сказанное выше условно можно обозначить как качественный оперативный уровень анализа. Оп-

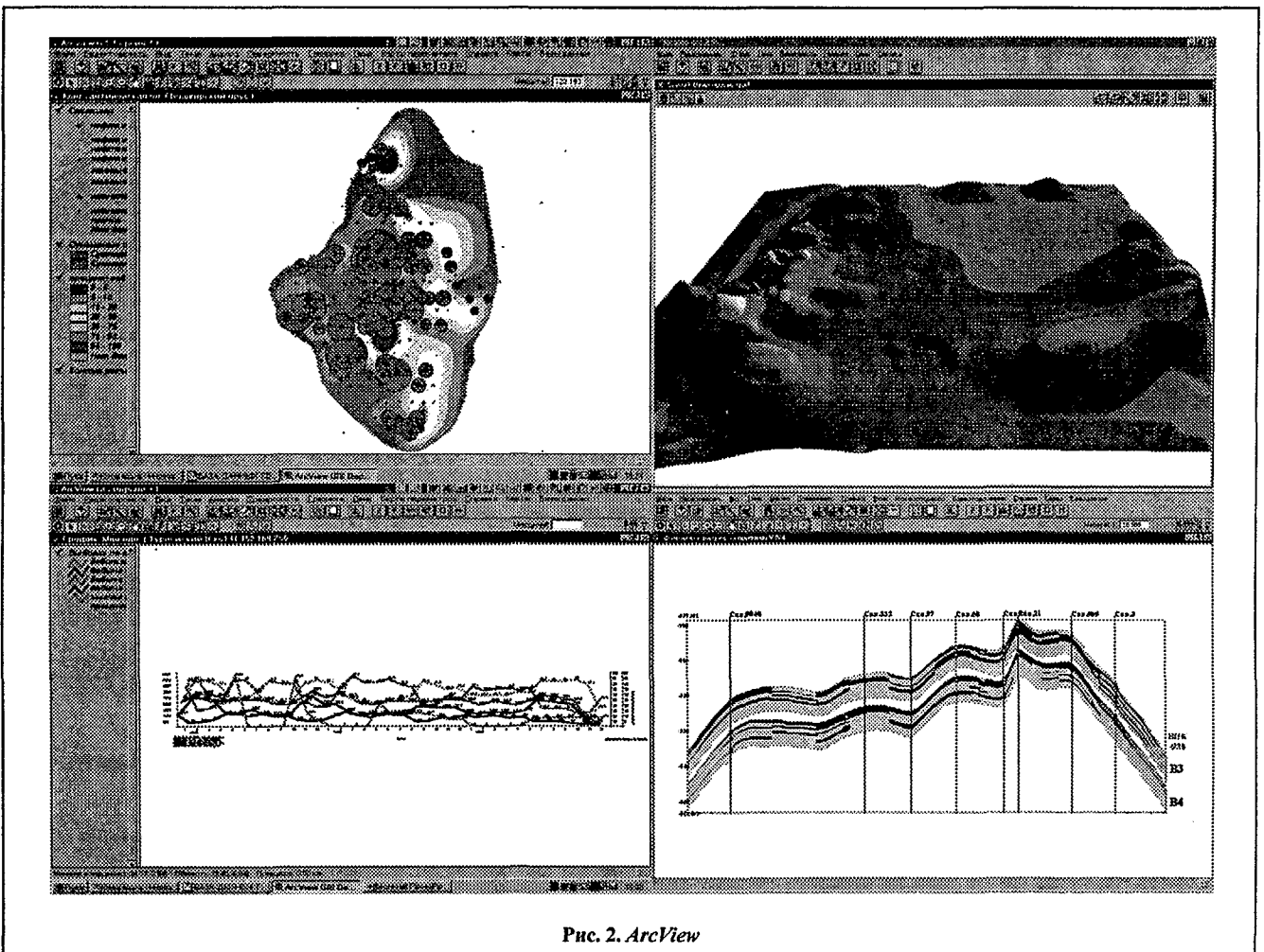


Рис. 2. ArcView

ределенные программные комплексы позволяют быстро и качественно выводить и обобщать информацию. Благодаря этим приложениям специалист не только ощущает проблему, но и видит ее. Исходя из опыта, существующих возможностей и наработок, он предлагает какие-либо мероприятия, однако он не в состоянии с высокой степенью вероятности сказать, какой эффект данное мероприятие принесет. Естественно, очень сложно обоснованно выбрать один вариант мероприятий из нескольких предложенных. На этом этапе необходимо формирование четкого представления об объекте разработки, его строении, свойствах и особенностях. Для этого должна быть создана детальная геологическая модель объекта, а на ее основе — гидродинамическая модель.

В настоящее время в ООО "ЛУКОЙЛ—ПЕРМНЕФТЬ" начато применение трехмерных геолого-математических моделей для оперативного регулирования разработки нефтяных и газонефтяных месторождений. На базе программных продуктов фирм Landmark, Schlumberger и собственных методических и программных средств по моделированию разработки стало возможным принятие более обоснованных решений по совершенствованию систем разработки путем прогнозирования технологического эффекта с учетом всей имеющейся геолого-технологической информации.

Сегодня использование моделей для оперативного регулирования разработки возможно в двух вариантах. Первый — работа с построенными в ООО "ПермНИПИнефть" детальными геологическими и гидродинамическими моделями. Второй — оперативное построение собственных детальных моделей на базе интерпретированной информации, выполненной институтом ранее в рамках проектно-технологической документации с добавлением новых данных.

В ООО "ЛУКОЙЛ—ПЕРМНЕФТЬ" были построены и использованы для планирования мероприятий детальные геолого-гидродинамические модели объектов разработки Шумовского месторождения. Сейчас проходит их адаптация на ряде объектов Батырбайского, Чураковского и Москудьинского месторождений.

Использование геологических и гидродинамических моделей для оперативного регулирования систем разработки позволяет:

выяснить важность влияния достоверности и корректности исходной геолого-технической информации на перспективные показатели разработки;

оценить степень риска получения отрицательных результатов запланированных мероприятий;

системно проанализировать текущее состояние разработки залежи;

определить оптимальные параметры планируемых мероприятий и оценить их технологический и экономический эффект;

оперативно решить сложные вопросы по технологии разработки и эксплуатации залежей.

Таким образом, на предприятии реализовано несколько связанных между собой уровней подготовки и интерпретации геолого-геофизических данных для анализа и управления разработкой месторождений:

ввод, проверка и загрузка в БД информации по скважинам и объектам разработки. Пополнение идет как с помощью текущих суточных сведений, так и с помощью приложений, направленных на ввод исторических данных (ремастеринг);

интерпретация и оперативный анализ данных, хранящихся в БД предприятия, подготовка результатов, которые также являются объектами хранения в БД;

сбор и экспорт данных для различных программных продуктов — OpenWorks, ECLIPSE и др.;

геологическое и гидродинамическое моделирование для оперативного регулирования разработки нефтяных и нефтегазовых залежей;

импорт в собственные БД результатов геологического и гидродинамического моделирования, что устраняет проблему недостатка лицензий на иностранные программные пакеты и увеличивает доступ к этим результатам большему числу пользователей;

оперативное отслеживание и сопоставление текущих данных и результатов гидродинамического прогнозирования не в специальных программах, а в рамках собственных приложений.