

С целью получения прибыли для предприятия и материального стимулирования создателей и лиц, содействующих внедрению ОИС, ООО "ПермНИПИнефть" использует два пути коммерческой реализации разработок Общества:

использование ОИС при выполнении научно-исследовательских договоров;

реализация ОИС на основе лицензионных договоров.

За 2001 г. институтом были выполнены 58 научно-исследовательских договоров, в основу которых были положены 23 изобретения института. Общая стоимость таких договоров составила 13 млн р.

Другой формой коммерческой реализации наших изобретений и других объектов интеллектуальной собственности является их продажа на основе лицензионных договоров. В настоящее время у ООО "ПермНИПИнефть" имеется девять лицензионных договоров, семь из которых относятся к патентным лицензиям (продажа изобретений, полезных моделей) и два — к беспатентным лицензиям (продажа объектов "ноу-хау"). Следует отметить, что коммерческая реализация объектов "ноу-хау" на основе беспатентных лицензий является перспективным видом нашей деятельности, которым институт занимается не первый год. Это объясняется тем, что патентные лицензии могут быть заключены лишь с юридическими лицами, в то время как беспатентные лицензии могут быть заключены и с филиалами. Кроме того, "ноу-хау" открывает возможность внедрения новых технологий за рубежом. Доход от продажи ОИС по лицензионным договорам составил только за прошлый год более 3 млн р., а за четыре месяца этого года — свыше 2 млн р.

Всего же за почти сорок лет существования ООО "ПермНИПИнефть" его интеллектуальный портфель пополнился 333 изобретениями и полезными моделями. Тем не менее разработка и создание объектов интеллектуальной собственности — это лишь половина успеха. Остальные его слагаемые — это мировая новизна изобретения (для этого институт ведет постоянный информационный поиск), высокий изобретательский уровень, пригодность для промышленного применения. Собственно, изобретения института на протяжении последних десяти лет полностью соответствуют этим критериям, а эффективность их внедрения, по мнению экспертов, заслуживает самой высокой оценки.

Для поддержания высокого научно-технического и производственного потенциала институт выделяет средства на техническое перевооружение, закупку спецтехники, лабораторного оборудования, программно-технических средств автоматизации.

Большое внимание уделяется также кадровой политике. В условиях старения кадрового научно-технического потенциала, свойственного всем отраслям народного хозяйства, в институт за последние два-три года было принято большое количество молодых специалистов, что должно обеспечить будущее предприятия.

Таким образом, реализация изложенной выше политики позволяет сказать, что ООО "ПермНИПИнефть" — это современная, стабильная, динамичная, комплексная научно-исследовательская и проектная фирма, готовая решать любые технико-технологические проблемы, возникающие перед буровыми и нефтегазодобывающими предприятиями.

ГЕОЛОГИЯ

УДК 622.276.031:532.529.5.001.57

ВНЕДРЕНИЕ ГЕОЛОГО-ГИДРОДИНАМИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В ПРАКТИКУ ПОДСЧЕТА ЗАПАСОВ И ПРОЕКТИРОВАНИЯ РАЗРАБОТКИ

Н. А. Лядова, М. Э. Мерсон
(ООО "ПермНИПИнефть")

Рассмотрен опыт внедрения в ООО "ПермНИПИнефть" технологии создания цифровых геолого-гидродинамических моделей и их использования при подсчете запасов и проектировании разработки нефтяных месторождений. На примере конкретных месторождений показано, что моделирование продуктивных пластов является эффективным средством для управления процессом разработки и уменьшения геологического и экономического риска.

It is looked out the experience of penetration in LLC "PermNIPIneft" the technology of creation of digital geology — hydrodynamic models and their use for reserves estimation and oilfield development design. On the example of exact fields it is shown that productive strata modeling is the effective method for operation by development process and decreasing of geological and economic risk.

Современные компьютерные технологии получения, обработки и интерпретации геолого-геофизической информации позволяют существенно оптими-

зировать процесс поиска, разведки и разработки нефтяных месторождений.

В области разработки нефтяных месторождений

важнейшим направлением научно-технического прогресса признано построение постоянно действующих геолого-гидродинамических моделей. Всем недропользователям предписано представлять в Центральную комиссию по разработке проектную документацию на основе геолого-гидродинамических моделей.

Опыт зарубежных и российских компаний показывает, что построенные на основе всей совокупности имеющейся геолого-геофизической и промысловой информации геолого-гидродинамические модели позволяют отслеживать в динамике выработку остаточных запасов УВ, рассматривать различные варианты размещения добывающих и нагнетательных скважин, обоснованно прогнозировать добычу нефти и газа, моделировать геолого-технические мероприятия по повышению уровня добычи УВ, выбирать наиболее рациональные и экономически эффективные варианты разработки продуктивных пластов.

В ООО "ПермНИПИнефть" в соответствии с решением ЦКР начат переход на принципиально новую научно-методическую базу подсчета запасов и проектирования разработки, которая основана на компьютерном моделировании месторождений с построением геологической и гидродинамической моделей и созданием баз данных геолого-геофизической и промысловой информации.

В ООО "ПермНИПИнефть" совместно с ООО "ЛУКОЙЛ—ПЕРМНЕФТЬ" и ЗАО "ЛУКОЙЛ—ПЕРМЬ" разработана и утверждена перспективная программа по созданию геолого-гидродинамических моделей с целью пересчета запасов и подготовки проектно-технологической документации на период до 2015 г. В соответствии с программой необходимо создание баз данных и геолого-гидродинамических моделей по 67 месторождениям Пермской области.

Адекватность модели реальному объекту целиком и полностью определяется объемом, качеством и достоверностью исходной геолого-геофизической информации. Кроме того, современные программные продукты предъявляют определенные требования к качеству и форматам вводимой геолого-промысловой информации. В связи с этим ООО "ПермНИПИнефть" совместно с добывающими предприятиями региона выполняют в течение последних лет работу по формированию регионального банка данных (РБД).

Основная цель формирования РБД — создание единого информационного пространства для эффективного управления геологоразведкой и добычей углеводородов. РБД планируется развивать как составную часть корпоративной информационной системы.

Формирование регионального банка данных позволит уже в начальной стадии решить следующие задачи:

- оценить достоверность, качество, полноту всей имеющейся геолого-геофизической информации;
- перевести в цифровой вид значительную часть информации, хранящуюся на бумажных носителях,

обеспечить ее сохранность и последующую обработку и переинтерпретацию;

создать информационную основу для научного обоснования и планирования геолого-разведочных работ и геолого-гидродинамического моделирования;

многократно увеличить объем используемой информации для принятия оперативных решений и разработки долгосрочных прогнозов;

сократить время доступа к информации, что позволит специалистам уделять больше внимания не поискам, а анализу информации.

В региональном банке выделяются два блока: Геолого-разведочные работы и Моделирование месторождений.

Блок Геолого-разведочные работы представлен геоинформационной системой (ArcView) масштаба 1:1000000 и 1:500000. В нее включаются карты изученности области геофизическими методами, глубоким и структурно-параметрическим бурением, карта подготовленных и выявленных структур, карта текущего фонда структур, лицензионных участков, подсчетных планов ресурсов. Эти карты через атрибутивные таблицы связываются с соответствующими базами данных. Данные предназначены для более обоснованной постановки геолого-разведочных работ и мониторинга недропользования.

Блок Моделирование включает базы данных проектов (координаты, инклинометрия, ГИС, испытания, керн, флюиды, техническая информация по скважинам, добыча), а также результаты интерпретации исходных данных и готовые ПДГГМ.

Последовательность формирования банка данных увязана с программой создания ПДГГМ для ООО "ЛУКОЙЛ—ПЕРМНЕФТЬ" и ЗАО "ЛУКОЙЛ—ПЕРМЬ". Работа организована таким образом, что до начала моделирования выполняется оцифровка ГИС по месторождениям и формируется база данных проекта. На этапе подготовки информации к моделированию проводятся аналитические работы по оценке состояния изученности параметров залежей.

Анализируются объем и качество гидродинамических и потокометрических исследований добывающих и нагнетательных скважин, комплекс ГИС, представительность и качество глубинных и поверхностных проб флюидов, образцов.

По результатам этой работы составляется комплексная программа по доизучению разрабатываемых месторождений, которая утверждается руководством ООО "ПермНИПИнефть" и добывающих предприятий. Программа доизучения выполняется в НГДУ при авторском надзоре со стороны института.

В ООО "ПермНИПИнефть" моделирование осуществляется с использованием программ IRAP RMS и MORE норвежской компании ROXAR и программы Eclipse (Schlumberger).

В текущий момент на разных этапах создания находятся модели Трифоновского, Быркинского, Кокуй-

ского, Батырбайского, Шершневого, Павловского, Змеевского, Первомайского месторождений.

Первая постоянно действующая модель создана по Сибирскому месторождению (ЗАО "ЛУКОЙЛ—ПЕРМЬ"). На основе детальной геологической модели выполнен подсчет запасов, обоснован КИН и составлена технологическая схема разработки. Результаты моделирования рассмотрены и одобрены президиумом НТС ОАО "ЛУКОЙЛ". Подсчет запасов Сибирского месторождения на основе модели, выполненный с использованием программ геологического и гидродинамического моделирования IRAP RMS и MORE норвежской компании ROXAR, утвержден в ГКЗ в апреле 2000 г.

На основе гидродинамической модели было просчитано более 30 вариантов разработки и обоснован выбор оптимального варианта с наилучшими технико-экономическими показателями. В результате оптимизации сетки скважин получена экономия 28,7 тыс. м бурения, что позволило уменьшить капитальные вложения на 201,2 млн р., дополнительная добыча нефти составит 648,3 тыс. т, добыча попутно добываемой воды сокращена на 1471,2 тыс. т.

Геолого-гидродинамическая модель Сибирского месторождения реально является постоянно действующей. В настоящее время месторождение активно разбуривается. По мере поступления новой информации пополняются базы данных, обновляются геологическая и гидродинамическая модели. Выполнено три итерации моделей по состоянию на 01.01.2000 г. (33 скважины), 01.09.2000 г. (49 скважин), 30.03.2001 г. (81 скважина).

В 2001 г. созданы геологические модели по Трифоновскому и Быркинскому месторождениям (ООО "ЛУКОЙЛ—ПЕРМНЕФТЬ").

Быркинское месторождение приурочено к структуре облекания рифогенного массива и расположено в пределах внутренней прибортовой зоны ККСП в районе Куединского вала. Месторождение разрабатывается с 1965 г. Запасы дважды утверждались в ГКЗ (1965, 1986 гг.). Трехмерное геологическое моделирование Быркинского месторождения с целью пересчета запасов в программе IRAP RMS на основе комплексного анализа и переинтерпретации материалов бурения и ГИС позволило не только уточнить, но и изменить ранее принятую геологическую модель. В результате исследований установлено сложное строение эродированной поверхности турнейских карбонатов. На структурном плане по кровле пласта зафиксированы характерные формы в виде воронок диаметром 200...300 м, имеющие глубину от 30 до 80 м. Материалы исследований позволяют считать этот рельеф результатом проявления эрозионно-карстовых процессов на поверхности рифа. Отмечаются также повышенные участки, так называемые останцы древнего турнейского рельефа.

Сложная поверхность древнего турнейского рельефа, представленная сочетанием карстовых воронок и останцов, предопределила строение вышележащих

радаевских терригенных отложений, которые заполняли карстовые воронки и частично сnivelировали эродированную поверхность турнейского палеорельефа. Приуроченный к радаевским отложениям продуктивный пласт МЛ имеет сложную структурную поверхность и резко изменчивые по площади толщины, на повышенных участках турнейского рельефа радаевские образования отсутствуют.

Принципиально новая геологическая модель положена в основу пересчета запасов по Быркинскому месторождению и в дальнейшем будет использована при составлении технологической документации.

Трифоновское месторождение находится в стадии пробной эксплуатации. Открыто в 1997 г., поднятие подготовлено структурным бурением.

Особенностью геологического строения Трифоновского месторождения является наличие разрывных нарушений, осложняющих строение протерозойских и палеозойских отложений. Наряду с вертикальными нарушениями пород отмечены горизонтальные смещения отдельных блоков палеозойского комплекса.

С целью уточнения геологического строения и прогноза распространения коллекторов проведены сейсмические исследования 3D (45 км²).

По материалам интерпретации данных сейсморазведки 3D надежно прослежены по площади границы отражающих горизонтов благодаря регулярной и плотной сети сейсмопрофилей и высокому отношению сигнал/помеха. Сформированный куб сейсмических данных обеспечил детальный анализ волнового поля в пространстве и позволил выделить ряд разрывных нарушений, основное из которых трассируется в субмеридиональном направлении.

С использованием материалов бурения 17 скважин и сейсмике 3D построена детальная геологическая модель Трифоновского месторождения. В результате интерпретации получены новые представления о геологическом строении месторождения. Значительно изменились размеры и конфигурация поднятия по всем продуктивным пластам.

Ранее поднятие представлялось как брахиантиклинальная структура северо-западного простирания. По новым данным она имеет двухкупольное строение. Поднятия имеют форму брахиантиклиналей, ориентированных на северо-восток, размеры северного купола 1,6×1,0 км, A — 7 м, южного — 3,1×2,2 км, A — 23 м.

По результатам анализа сейсмической записи на площади Трифоновского месторождения прослежены две полосы развития бароподобных песчаных тел — одна в центральной части, вторая — в восточной. С учетом выявленной литофациальной зональности было скорректировано местоположение добывающих скважин.

На основе геолого-гидродинамической модели выполнен подсчет запасов, обоснованы КИН по залежам, материалы по Трифоновскому месторождению представлены на рассмотрение в ЦКР и ГКЗ.

Таким образом, практика работы зарубежных и российских компаний, опыт ООО "ПермНИПИнефть"

однозначно свидетельствуют о том, что моделирование продуктивных пластов является эффективным средством для оптимизации процессов добычи и уменьшения риска.

На основе моделирования эффективно решаются следующие проблемы геологии и разработки:

прогноз распространения коллекторов, оптимизация заложения разведочных и добывающих скважин, минимизация риска бурения пустых скважин;

дифференцированный подсчет запасов по типам коллекторов;

уточнение параметров пластов и флюидов, положения литологических и тектонических экранов;

проектирование оптимальных систем разработки. Возможность многовариантных расчетов, определение и визуальное представление остаточных запасов

на конец периода разработки позволяют обосновать оптимальный вариант добычи, обеспечить полноту выработки трудноизвлекаемых запасов;

выбор оптимального варианта обеспечивает высокую экономическую эффективность разработки объектов;

возможность оценки эффективности работы каждой скважины в течение всего периода эксплуатации, регулирование на этой основе выработки запасов и снижение обводненности, выбор оптимальной стратегии доработки на поздних стадиях;

оценка трудноизвлекаемых запасов и выбор соответствующей технологии добычи;

эффективное управление и контроль за разработкой нефтяных месторождений.

УДК 622.276.031

О ВОЗМОЖНОСТИ ПОСТРОЕНИЯ ГЕОЛОГО-МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ СОПОСТАВЛЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ КЛАССИФИКАЦИЙ ЗАПАСОВ НА ПРИМЕРЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ТПП "ЛАНГЕПАСНЕФТЕГАЗ"

И. Э. Мандрик
(ОАО "ЛУКОЙЛ")

В работах [1—4] на основании сопоставления запасов по российской и международной классификациям делается вывод о том, что они дают схожие результаты. В данной статье сделана попытка сопоставить запасы по этим двум классификациям на количественном уровне.

Для ТПП "Лангепаснефтегаз" независимой инженеринговой фирмой Miller & Lents (M&L) выполнена оценка запасов по классификации Общества инженеров-нефтяников (SPE) за период 1996—2001 гг. Оценка запасов по российской классификации выполнена ОАО "ЛУКОЙЛ". Таким образом, имеется достаточно большой фактический материал по десяти месторождениям в разных экономических ситуациях для сопоставления запасов этих категорий. По российской оценке рассматриваются категории запасов $A+B+C_1$, C_2 и $A+B+C_1+C_2$, по SPE — доказанные запасы: разрабатываемые, неразрабатываемые, неразбуренные, их сумма, а также вероятные, возможные и сумма всех категорий.

Статистическая обработка запасов по российской и SPE классификациям, а также экономических критериев показала, что на первом этапе исследований не-

В работе выполнено количественное сопоставление запасов углеводородов месторождений ТПП "Лангепаснефтегаз" по российской и международной классификациям.

На основе статистического анализа данных о запасах разработаны геолого-математические модели для перевода запасов категорий $A+B+C_1$ и C_2 в международные стандарты классификации SPE.

In the work the quantitative correlation of hydrocarbon reserves has been done according to Russian and international classification of "Langepasneftegas" well sites.

On the base of data statistic analysis of reserves geology-mathematics models were developed for changing over the reserves of $A + B + C_1$ and C_2 categories into international standards of SPE classification.

обходимо за период 1996—2001 гг. исследовать корреляционные связи между изучаемыми величинами. Корреляционные связи оценивали путем вычисления парного коэффициента корреляции r . Значимость коэффициента корреляции определяли по критерию t при $p = 0,05$. В случае, если расчетное значение критерия t_p было больше табличного t_n , считали, что связь между показателями значимая.

Автором данной статьи определены статистические связи каждого изучаемого показателя с другими по десяти рассматриваемым месторождениям.

В качестве примеров приведены статистические связи запасов $A+B+C_1$ и доказанных разрабатываемых запасов по SPE с изучаемыми показателями (табл. 1, 2). Значимые корреляционные связи в табл. 1, 2 обозначены звездочкой (например, 0,88*). Всего в табл. 1 приведено 147 значений r , из которых 45 (30,6 %) являются статистически значимыми. Максимальное число значимых r наблюдается с запасами по российской классификации (C_2 и $A+B+C_1+C_2$). С категориями классификации SPE таких связей 17. Максимальное число значимых связей наблюдается для Нивагальско-