

**ХАСАНОВ М.М.****КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ МОНИТОРИНГА ПРОЦЕССОВ  
РАЗРАБОТКИ НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ**

В настоящее время происходит интенсивное внедрение компьютеров и компьютерных технологий в нефтедобывающую промышленность страны. Однако, использование математических методов и машинных процедур в столь сложной предметной области, как разработка нефтяных месторождений, требует тщательного анализа их возможностей и пределов применимости. Так, проявляемый многими оптимизм по поводу применения трехмерных гидродинамических моделей для расчета конкретных технологических ситуаций и проектирования разработки месторождений представляется по крайней мере чрезмерным.

Нефтяная залежь представляет собой сложную динамическую систему, которую невозможно описать точно и единообразно, поэтому при контроле и управлении процессами разработки необходимо привлечение принципов и методов теории больших систем [1,2].

В настоящей работе рассмотрены принципы построения и реализации компьютерных систем мониторинга процессов разработки нефтяных месторождений, на протяжении ряда лет создаваемых специалистами ОАО "Юганскнефтегаз" и его структурного научного подразделения - ВНИИЦ "Нефтегазтехнология" на основе плодотворных идей, выдвинутых академиком А.Х.Мирзаджанзаде. Приведена методология применения при управлении и контроле процессами нефтегазодобычи адаптивных подходов и алгоритмов формализации интуитивных представлений экспертов, основанных на методах теории нечетких множеств, теории решения обратных задач, теории самоорганизации.

Основой адаптивных моделей нефтяных месторождений являются электронные карты остаточных нефтенасыщенных толщин, которые хранятся в машинной памяти в виде значений в узлах некоторой сетки, покрывающей залежь.

Алгоритм восстановления поля остаточных нефтенасыщенных толщин по методике ВНИИЦ "Нефтегазтехнология" опирается на оценку степени выработанности пласта вблизи эксплуатационных скважин, которая производится расчетным путем по обведенности ее продукции с привлечением данных ГИС о распределении проницаемости в послойно-неоднородных пластах и использованием относительных фазовых проницаемостей найденных в ходе лабораторных исследований.

На использовании электронных карт остаточных нефтенасыщенных толщин базируется целый пакет программ по анализу процессов разработки и принятия решений о проведении тех или иных мероприятий, включающий в себя программные реализации следующих задач.

- 1) Создание и поддержка баз данных, включающих: данные ГИС, сведения о закачке и отборах, ремонтах и ОПЗ, экономические показатели, данные



гидродинамических и геофизических исследований скважин, сведения о физико-химических свойствах флюидов, паспортных сведений о месторождениях.

- 2) Построение геологической модели пласта: оцифровка и автоматизированная обработка каротажных кривых; построение палеологических и геологических разрезов; подсчет запасов.
- 3) Средства построения широкого спектра общеупотребительных карт геологии и разработки.
- 4) Проведение триангуляции и построение областей Вороного (областей дренирования) добывающих скважин; выделение скважин ближайшего окружения; построение зон стягивания и выявление множества нагнетательных скважин, воздействующих на данную эксплуатационную скважину.
- 5) Определение коэффициента охвата пласта вытеснением при существующей сетке скважин и оценка изменения этой величины при предполагаемом изменении сетки (уплотнении, разрежении, переводе под нагнетание и т.д.).
- 6) Оценка извлекаемых запасов нефти на основе новых помехоустойчивых методов обработки кривых вытеснения.
- 7) Определение рентабельности работы отдельных скважин, участков и месторождений; расчет рентабельности ремонтных работ и различных ГТМ; обоснование ставки платы за недра.

На основе этих базовых модулей формируются пакеты для решения следующих более сложных задач.

А) Построение карт желательности проведения тех или иных ГТМ (желательности интенсификации, желательности проведения водоизоляционных работ и т.д.) на основе совмещения карт остаточных нефтенасыщенных толщин с другими картами разработки (обводненности, накопленного водонефтяного фактора и т.д.).

Б) Выделение нерентабельных скважин и принятие решений относительно них (проведение ГТМ, перевод на другие объекты, зарезка второго ствола или ликвидация скважин) с учетом остаточных запасов, приходящихся на данную скважину и возможности отбора этих запасов соседними скважинами.

В) Оценка ожидаемых значений дебита и обводненности скважин, вводимых после ремонта или из бурения.

Г) Оценка экономической эффективности планируемых ГТМ как мини-инвестиционных проектов с вычислением чистого дисконтированного дохода (Net Present Value - NPV) при различных вариантах реализации добытой нефти. Составление списков, в которых скважины ранжированы по величине NPV.

Д) Составление ранжированных списков скважин, требующих первоочередного ремонта с учетом:

- остаточных извлекаемых запасов, приходящихся на данную скважину;
- прогнозных значений дебита и обводненности после ремонта;
- возможности выработки запасов соседними действующими скважинами.

При построении алгоритмов автоматического принятия решений широко используются методы теории нечетких множеств [3-5], позволяющие адекватным образом представить нечеткие цели и учесть интуитивные представления специалистов-нефтяников.



Контроль и управление процессами разработки затрудняется отсутствием надежных теоретических предпосылок для построения обоснованных априорных моделей пластовых систем. Поэтому необходимо решение обратных задач, позволяющих по имеющейся экспериментальной информации выбрать адекватную модель и оценить ее параметры. Такого рода задачи часто являются некорректно поставленными вследствие неустойчивости их решений относительно малых ошибок замеров. К сожалению, этому обстоятельству в современной теории моделирования процессов разработки уделяется мало внимания. Так, при "подгонке" параметров гидродинамических моделей ("history matching") практически не рассматриваются вопросы обеспечения устойчивости решаемых при этом обратных задач.

В алгоритмах и пакетах программ, разработанных в НИИЦ "НГТ" для осуществления мониторинга процессов разработки месторождений ОАО "Юганскнефтегаз", проблемам повышения устойчивости относительно ошибок замеров уделяется первостепенное внимание. При этом используются современные методы решения некорректно поставленных задач [6], базирующиеся на идее повышения устойчивости решений за счет привлечения априорной информации. Поскольку решение некорректно поставленных задач формально сводится к рассмотрению некоторого класса многокритериальных задач оптимизации, требующих при их постановке привлечения субъективных представлений, то наибольшее применение нашли методы учета априорной информации, базирующиеся на представлениях теории нечетких множеств. При этом большое внимание уделяется алгоритмам, позволяющим обоснованным образом соотносить сложность идентифицируемой математической модели с объемом и качеством доступной экспериментальной информации.

#### Литература

- [1]. Мирзаджанзаде А.Х., Аметов И.М., Ентов В.М., Рыжик В.М. *Поздземная гидродинамика: задачи и возможности* // Нефтяное хозяйство., 1987, №12, с.30-33.
- [2]. Мирзаджанзаде А.Х., Аметов И.М., Боксерман А.А., Филлипов В.П. *Новые перспективные направления исследований в нефтегазодобыче* // Нефтяное хозяйство., 1992, №11, с.14-16.
- [3]. Заде Л. *Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений*. М.: Мир, 1976, 165 с.
- [4]. Мирзаджанзаде А.Х. *Принятие решений в нефтегазодобыче*. М.: НТО, 1986, 47 с.
- [5]. Хисамутдинов Н.И., Хасанов М.М., Ибрагимов Г.З. и др. *Разработка нефтяных месторождений на поздней стадии* / М.: ВНИИОЭНГ, 1994, 240 с.
- [6]. Тихонов А.Н., Арсенин В.Я. *Методы решения некорректных задач*. М.: Наука, 1979, 285 с.