

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПО ВЫБОРУ ГЕОЛОГО-ТЕХНИЧЕСКОГО МЕРОПРИЯТИЯ ДЛЯ НЕФТЕДОБЫВАЮЩЕЙ СКВАЖИНЫ

В. А. Силич, А. О. Савельев

Институт кибернетики Национального исследовательского
Томского политехнического университета, 634034, Томск, Россия

УДК 004.67

Предложен алгоритм поддержки принятия решений при выборе геолого-технического мероприятия на нефтедобывающей скважине для повышения ее производительности. В качестве критерия эффективности выбран срок окупаемости мероприятия, рассчитываемый на основе планируемых показателей прироста добычи и общих затрат на проведение геолого-технического мероприятия.

Ключевые слова: поддержка принятия решений, геолого-техническое мероприятие.

This article describes the algorithm of decision support making in selecting the type of geological and technical actions for the oil well to improve its performance.

Key words: decision support, well intervention.

При эксплуатации нефтегазовых месторождений необходимо проводить различные геолого-технические мероприятия (ГТМ). Целями проведения подобных мероприятий являются повышение коэффициента эксплуатации нефтяных скважин (относительная длительность работы скважин), поддержание базовой добычи нефти, интенсификация добычи нефти, повышение нефтеотдачи пласта.

К числу основных видов ГТМ относятся обработка призабойной зоны, приобщение пластов, удаление отложения солей, оптимизация работы скважины, прострел пластов, удаление асфальтосмолопарафиновых отложений, изменение способов эксплуатации, вывод из бездействия. При этом существует несколько технологий реализации конкретного ГТМ. Например, при обработке призабойной зоны могут применяться кислотная обработка, торпедирование скважины, гидравлический разрыв пласта и т. д. [1].

Целесообразность и возможность проведения ГТМ зависят от технических возможностей и общего состояния скважины, определяемого при проведении гидродинамических исследований. При этом лишь в редких случаях достаточно провести мероприятия только одного вида.

Выбор определенного ГТМ является нетривиальной задачей не только потому, что существует несколько допустимых вариантов решения, но и потому, что любое вмешательство в процесс эксплуатации скважины вызывает определенные последствия. Потери в результате ошибки исчисляются не только прямыми затратами на проведение мероприятия, но и недополученной прибылью.

С увеличением фонда скважин возрастает роль таких ГТМ, как обработка призабойной зоны, оптимизация технологических режимов работы скважин, регулирование давления нагнетания воды по пластам и пачкам, раздельное и очаговое заводнение и др. В ряде случаев

дополнительная добыча нефти на один скважино-месяц, отработанный по окончании ГТМ, сопоставима с добычей по скважинам, пробуренным на стадии высокой обводненности, или превышает ее [2].

При всей значимости процесса отбора скважин для осуществления ГТМ сам выбор мероприятия остается во многом слабоформализованной задачей [3]. В данной работе рассматривается алгоритм принятия решения о выборе скважин-кандидатов для проведения ГТМ.

1. Системная последовательность этапов принятия решения. Выделим следующие основные этапы процесса принятия решений [4]:

1. Анализ ситуации (мониторинг внешней среды, выявление проблемы, анализ проблемы, установление взаимосвязи с другими проблемами, оценка полноты и достоверности информации о проблеме, выявление причин).
2. Выявление целей (выявление проблем, целей, критериев).
3. Выработка решений (разработка альтернатив, анализ и оценка альтернатив, разработка программы).
4. Реализация решений (утверждение и внедрение решения).
5. Оценка результатов реализации решения.

В соответствии с указанными выше этапами процесса принятия решений выделим основные этапы процесса принятия решения о проведении ГТМ [5]:

1. Выявление скважины с недоиспользованным потенциалом.
2. Прогнозирование добычи после технологической оптимизации и проведения ГТМ.
3. Формирование решений о проведении ГТМ.
4. Реализация ГТМ.
5. Анализ эффективности проведенного мероприятия.

Рассмотрим каждый из этапов последовательности принятия решения о проведении ГТМ.

2. Выявление скважины с недоиспользованным потенциалом. Для решения задач на данном этапе предлагается состояние скважины W описывать совокупностью множеств параметров [6]

$$W = \langle G, T, R \rangle, \quad (1)$$

где G — множество параметров, определяемых на основе результатов гидродинамических обследований скважин (устьевое давление, плотность вещества, среднее пластовое давление и т. п.); T — множество параметров, характеризующих общее техническое состояние оборудования скважины; R — множество параметров, характеризующих ресурсы, задействованные (фактически и потенциально) в работе скважины.

Информация о состоянии скважины в определенный момент времени представлена в хранилище данных сущностью, где G_t, T_t, R_t — значения параметров множеств (1) в момент времени t :

$$W_t = \langle G_t, T_t, R_t \rangle .$$

Таким образом, задачи данного этапа могут быть частично или полностью решены за счет возможностей соответствующей информационной системы.

3. Прогнозирование добычи после ГТМ. При выборе указанных ГТМ необходимо учитывать ряд условий:

1. Мероприятие должно быть технически осуществимо.
2. Проведение мероприятия должно быть экономически оправдано.

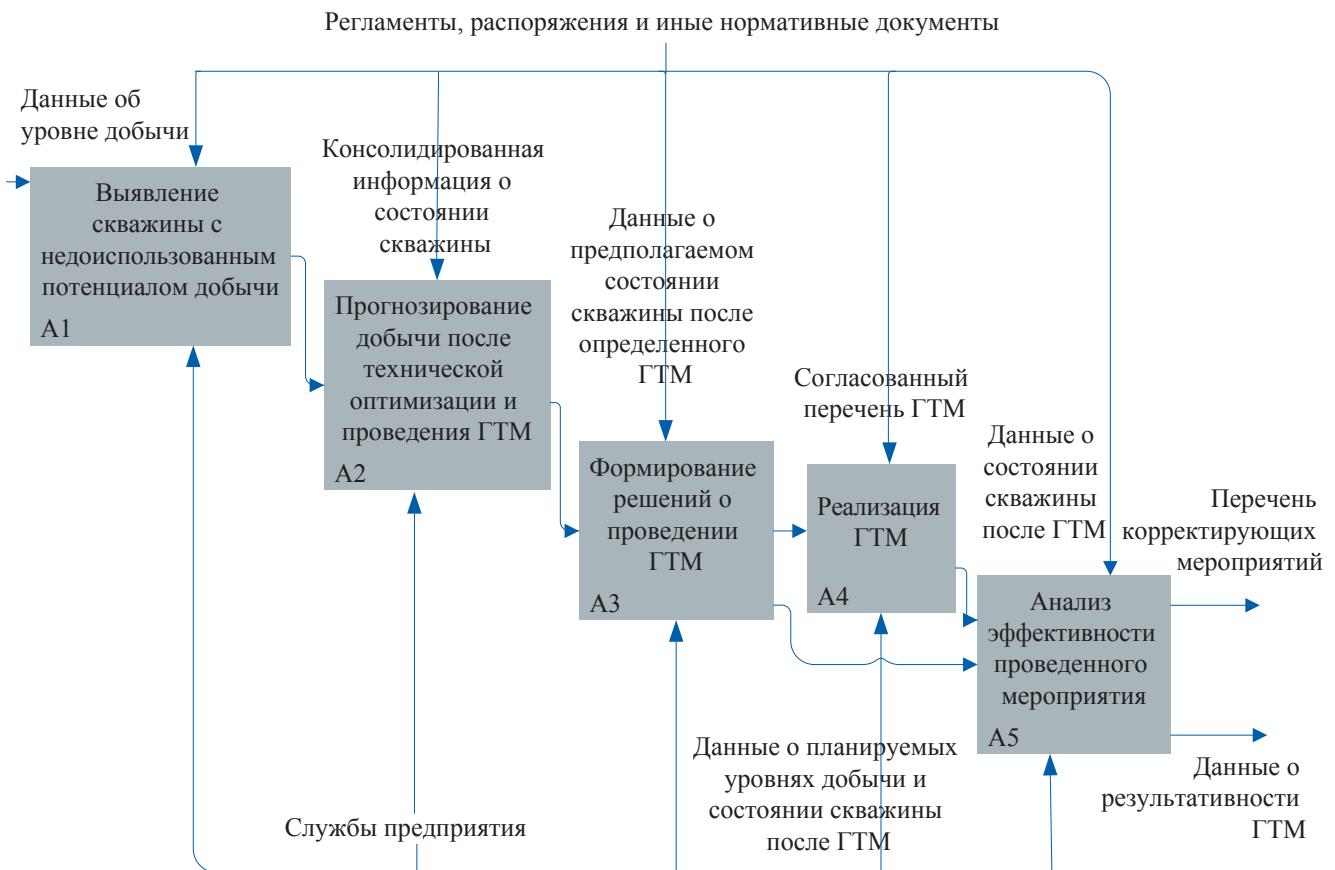


Рис. 1. Последовательность этапов принятия решения о проведении ГТМ

3. Проведение мероприятия не должно усугублять проблему, а тем более приводить к возникновению новой проблемы.

Любое ГТМ будем представлять в виде совокупности множеств параметров

$$A = \langle R, I \rangle,$$

где R — множество требований к состоянию скважины и технологическому обеспечению, соблюдение которых необходимо для осуществления ГТМ; I — множество значений параметров, изменяющихся при проведении ГТМ.

В результате сопоставления W_t и A формируется первичный список возможных решений.

Каждую цель определим как множество значений параметров, которые необходимо получить (коэффициент эксплуатации, объем добычи и т. п.).

4. Формирование решений о проведении ГТМ. На основе сопоставления значений множеств параметров W_t и A выбираются технически осуществимые решения, удовлетворяющие условиям, приведенным выше. Формируется первичный список допустимых решений. Затем анализируется эффективность каждого решения в первичном списке. Решение, прогноз эффективности которого соответствует поставленным целям, ограничениям и условиям, становится окончательным [7].

Рассмотрим более подробно этап анализа эффективности решений (рис. 1).

- фактический прирост;
- срок окупаемости ГТМ.

Необходимый минимальный прирост добычи рассчитывается по формуле [8]

$$\text{НПМ} = \frac{\text{ДНДГРП} \times \text{ПВРБ} + \text{ОРВНР} \times \text{ДНДГРП} + \text{ДДНПСПиК}}{\text{ННО}},$$

где ДНДГРП — дебит нефти до ГРП (гидроразрыв пласта), т/сут; ПВРБ — плановое время работы бригады, сут; ОРВНР — ожидание работ + ВНР (время начала работ), сут; ДДНПСПиК — дополнительная добыча на погашение стоимости ПРС (подземный ремонт скважин), КРС (капитальный ремонт скважин), т; ННО — наработка на отказ, т/сут.

Прирост фактический (ПФ) определяется по формуле

$$\text{ПФ} = \text{ДНПГРП} - \text{ДНДГРП},$$

где ДНПГРП — дебит нефти после ГРП, т/сут.

Срок окупаемости (СО) рассчитывается по формуле

$$\text{СО} = \frac{\text{ОЗ}}{\text{ПФ} \times \text{ЦЗВНДПИ}},$$

где ОЗ — общие затраты, руб.; ПФ — прирост фактический, т/сут; ЦЗВНДПИ — цена без учета НДС (налог на добычу полезных ископаемых), руб./т.

На основе анализа полученных значений прироста добычи и срока окупаемости принимается решение о целесообразности проведения мероприятия.

Процесс анализа решений, или альтернатив, является наиболее важным, так как в его ходе необходимо провести оптимизацию альтернатив и выбор наилучшей из множества предложенных.

5. Реализация ГТМ. На данном этапе осуществляется техническая реализация ГТМ, выбранного на предыдущем этапе.

6. Анализ эффективности проведенного мероприятия. Процесс реализации решения, а именно проведение определенного ГТМ, должен фиксироваться в различные моменты времени. Состояния скважины после ГТМ, а также промежуточные состояния между моментами начала реализации решения и его окончания вносятся в соответствующее хранилище данных в виде переменной W_t .

Анализ соответствия результатов поставленным целям может быть использован для корректировки параметров A .

7. Алгоритм принятия решения о выборе ГТМ. Представим предложенный алгоритм принятия решения о выборе ГТМ в виде событийной цепочки процессов (рис. 2).

8. Выводы. Предложенный алгоритм принятия решения о выборе ГТМ для нефтедобывающей скважины позволяет:

1. Сократить общее время процесса принятия решений.
2. Передать выполнение части операций информационной системе.
3. Структурировать хранилище данных для упрощения процессов прогнозирования, анализа эффективности и формирования отчетности.

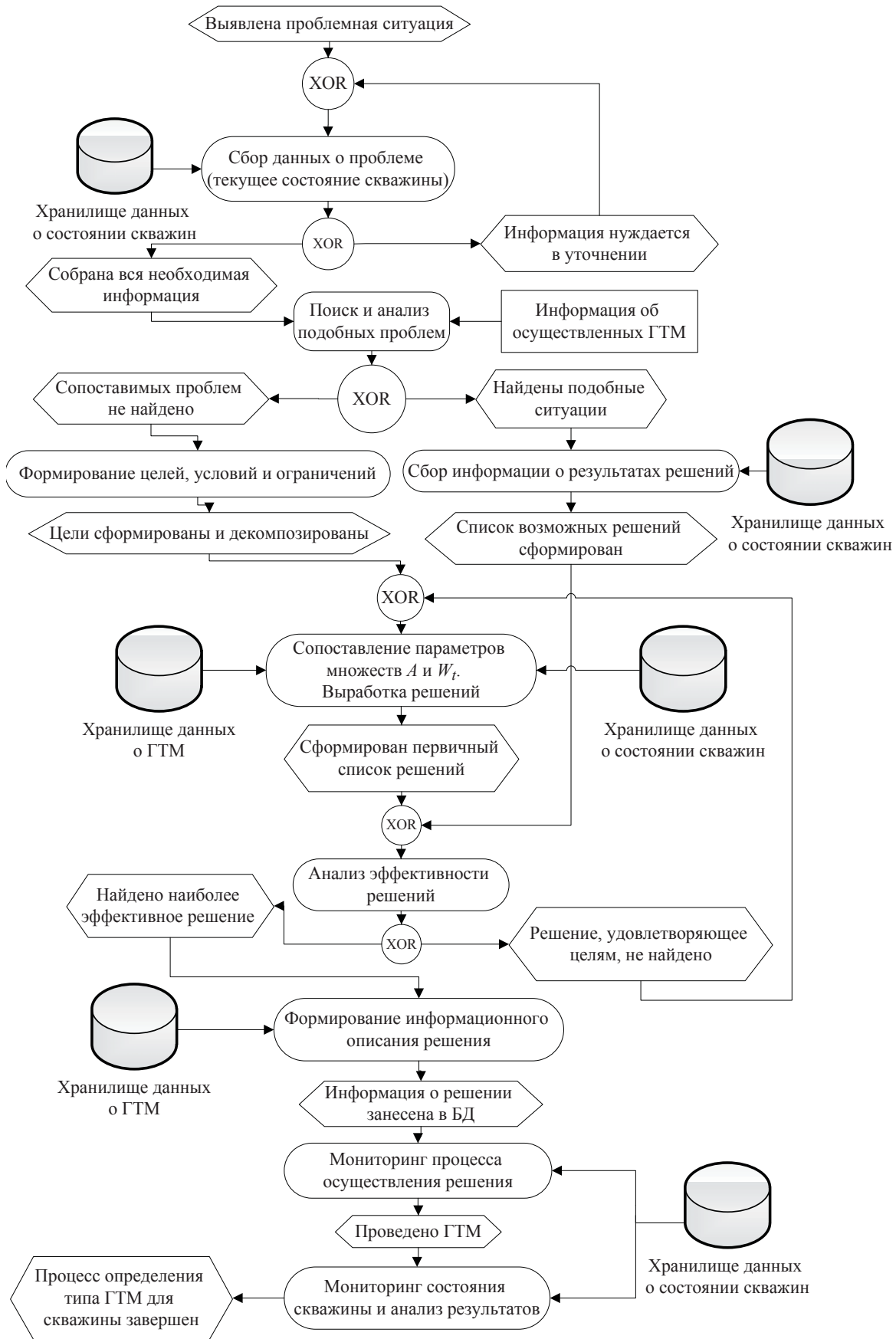


Рис. 2. Событийная цепочка процессов принятия решения о выборе ГТМ

4. Сформировать список первичных альтернатив с минимальным участием экспертов.

5. Пополнять базу прецедентов, что позволит в дальнейшем повысить эффективность процессов отбора потенциально возможных решений.

В настоящее время описанный подход реализован в лаборатории “Виртуальный промысел” Института кибернетики Томского политехнического университета на примере задачи отбора скважин для проведения гидравлического разрыва пласта.

Список литературы

1. УМЕТБАЕВ В. Г. Геолого-технические мероприятия при эксплуатации скважин: Справ. рабочего. М.: Недра, 1989. С. 5–38.

2. Лозин Е. В. Эффективность доразработки нефтяных месторождений. Уфа: Башк. кн. изд-во, 1987. С. 30.

3. ШАГИАХМЕТОВ М. Р. Модели и комплекс программ многокритериального принятия решений в условиях неопределенности в нефтедобыче: Дис. ... канд. техн. наук. Казань, 2004. С. 20–23.

4. Силич М. П. Информационная технология проектирования сложных социально-экономических систем на основе объектно-ориентированной методологии моделирования: Дис. ... д-ра техн. наук. Томск, 2005.

5. ТИМОНОВ А. В. Системный подход к выбору геолого-технических мероприятий для регулирования разработки нефтяных залежей: Дис. ... канд. техн. наук. Уфа, 2010. С. 13–14.

6. Пьянков В. Н. Модели и алгоритмы информационно-аналитических систем для поддержки мониторинга разработки нефтяных месторождений: Дис. ... канд. техн. наук. Тюмень, 2004.

7. Силич В. А., КОМАГОРОВ В. П., САВЕЛЬЕВ А. О., АЛЕКСЕЕВ А. А. Построение информационной системы поддержки принятия решений при выборе вида геолого-технического мероприятия на нефтедобывающей скважине // Докл. Том. гос. ун-та систем управления и радиоэлектроники. Томск: В-Спектр, 2011. № 2, ч. 2. С. 295–299.

8. ТЕПЛЯКОВ Н. Ф. Оценка технико-экономической эффективности мероприятий и процессов нефтегазодобычи на основе компьютерного моделирования. Проект. пгт Пойковский. Б. и., 2003. С. 10–11. [Электрон. ресурс]. http://www.ogbus.ru/authors/ТЕК/Тепляков_1.pdf.

*Силич Виктор Алексеевич — проф. Института кибернетики
Национального исследовательского Томского политехнического университета;
тел.: (3822) 42-07-60; e-mail: vas@osu.cctpu.edu.ru;*

*Савельев Алексей Олегович — асп. Института кибернетики
Национального исследовательского Томского политехнического университета;
тел.: 8-909-540-63-78; e-mail: sava@cc.tpu.edu.ru*

Дата поступления — 20.01.12 г.