

РАЗРАБОТКА ИМИТАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА, МОДЕЛИРУЮЩЕГО РАБОТУ ГАЗОВЫХ И ГАЗОКОНДЕНСАТНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Ю. В. Литвин (Москва)

Анализ разработки и эксплуатации газовых и газоконденсатных месторождений позволяет выделить ряд актуальных для дальнейшего исследования задач организации технического обслуживания и ремонта (ТОиР) скважин и другого оборудования. Первая группа связана с оценкой последствий принятия управленческих решений о режимах работы скважин, выводимых из эксплуатации по причине ремонта. Состав таких задач: 1) осуществить ремонт скважины; 2) оставить скважину в действующем фонде («постепенный отказ» [1]); 3) перевести скважину в бездействующий фонд (не ремонтировать); 4) выполнить консервацию скважины. При этом в случае принятия того или иного управленческого решения затраты периода и итоговые затраты газодобывающего предприятия могут как сокращаться, например, за счет амортизационных отчислений и налога на имущество, так и увеличиваться, например, за счет затрат на консервацию.

Вторая группа задач связана с определением необходимого и достаточного объема финансирования ремонтных и других работ. С одной стороны, всегда существует желание сокращения затрат, а с другой – создается опасность выделить меньше средств чем необходимо, что в долгосрочной перспективе снизит объем добычи.

Третья группа задач связана с оценкой эффективности реализации бизнес-процессов по поддержке функционирования месторождения. Как правило, на практике наблюдаются достаточно длительные сроки согласования и утверждения различных решений по ремонту скважин и другому оборудованию, что ведет к снижению эффективности функционирования месторождения, а соответствующие процессы требуют оптимизации.

Четвертую группу образуют комплексные задачи, связанные с необходимостью повышения эффективности функционирования месторождения в целом на принятом уровне рассмотрения. Здесь необходимо решить сложную научную проблему по одновременному учету множества факторов, влияющих на работу месторождения, например, спроса на углеводороды, объемов финансирования, организации бизнес-процессов, а также последствий принятия различных управленческих решений по основному и вспомогательному производству. Дополнительные сложности могут возникнуть из-за потребности организации эффективного планирования и одновременной эксплуатации нескольких месторождений. Необходимость системного управления группой месторождений и фондом скважин с учетом возможного перераспределения добычи, сокращением затрат и неопределенности ряда влияющих факторов при условии безусловного выполнения производственных планов представляет собой самостоятельную пятую проблему.

В настоящей статье представлены подходы к решению первых четырех групп задач при помощи разработанной комбинированной имитационно-аналитической модели работы месторождений и организации ТОиР находящихся в эксплуатации скважин. Задачи моделирования и оптимизации процессов одновременной эксплуатации нескольких месторождений решаются в других работах.

Вопросы определения сроков выполнения ремонтных и других работ нашли широкое отражение в теории надежности. Так в [2] предложены математические модели, базирующиеся на теории марковских процессов, динамическом и линейном программировании и др., позволяющие проводить оценку надежности эксплуатируемого оборудования. В [3] предложен подход к планированию сроков выполнения ремонтных работ, основывающийся на нормативных величинах использования рабочей силы, материальных ресурсов и др., который нашел широкое применение на практике. К недостаткам данного подхода следует

отнести детерминированность предположений и, как следствие, игнорирование случайных событий, способных влиять на фактическое время проведения ремонтных работ. В [4,5] также предложены детерминированные подходы к определению сроков и затрат выполнения ремонтных работ на скважинах, основанные на нормативных оценках.

Новизна работы заключается в следующем:

1. предложена новая модель оценки динамики движения скважин, позволяющая строить прогнозы их «блуждания» по различным состояниям;
2. выполнена разработка имитационной модели, позволяющей прогнозировать динамику работы месторождений и оценивать последствия принятия различных управленческих решений;
3. выполнена постановка и проведено решение ряда актуальных организационно-экономических задач, связанных с оптимизацией бизнес-процессов поддержки работы месторождений.

Разработанная имитационно-аналитическая модель позволяет проводить оценку динамики функционирования месторождений на среднесрочной и долгосрочной перспективе и использовать ее для анализа последствий принятия управленческих решений. Созданная модель нашла применение при анализе и обосновании решений на различных уровнях управления газодобывающими предприятиями ПАО «Газпром», а также головной компании.

При описании этапа эксплуатации месторождения в качестве базового объекта исследования была выбрана скважина. Это связано с возможностью опираться на значительный объем статистических данных о «блуждании» скважин, а также преобладающими объемами финансирования ТОиР именно скважин. На рис. 1 изображена диаграмма состояний скважин месторождения в процессе эксплуатации. На схеме выделены действующий и бездействующий фонды, эксплуатационный фонд, консервация и ликвидация [6]. Несмотря на определенные упрощения, представленная схема достаточно наглядна, отражает основные особенности динамики процессов на данном уровне рассмотрения и позволяет получить представление о движении скважин в процессе их эксплуатации.

В качестве неизвестных выступают будущие вероятности нахождения скважины (группы скважин) в различных состояниях. Учитывая большую громоздкость и особенности процедур принятия решений, зависимость интенсивностей от времени и ряд других факторов, анализ динамики движения скважин проводился при помощи разработанной в среде Anylogic имитационной модели.

Имитационная модель состоит из двух взаимосвязанных частей. Первая часть представляет собой исходные данные (статистика) о динамике движения скважин в прошлом (база данных), а второй – комбинированную имитационно-расчетную модель.

Приведем перечень основных результатов, полученных на комбинированной модели. Разработанная модель позволяет прогнозировать вероятностную динамику пребывания скважин в различных состояниях в будущем. Это, в свою очередь, позволяет построить для каждой скважины (группы скважин) вероятностную картину «блуждания» по состояниям, оказывать влияние на изменения этих состояний, например, объемами финансирования и, тем самым, обосновывать выбор оптимальных решений.

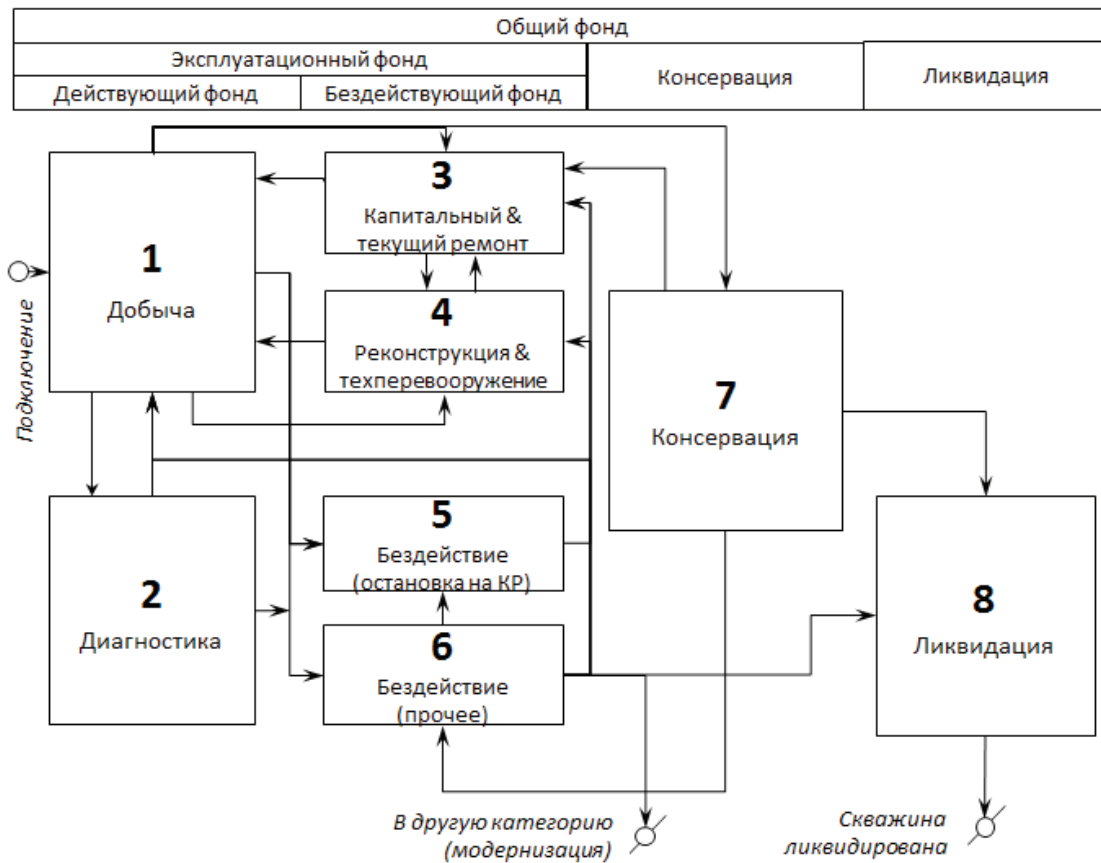


Рис. 1. Диаграмма основных состояний и переходов скважин

Пример реализации случайного процесса «блуждания» скважины по состояниям [7], полученный на разработанной имитационной модели, приведён на рис. 2.

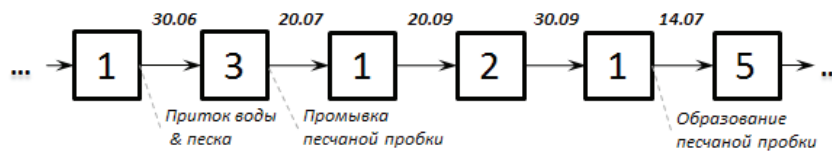


Рис. 2. Пример реализации случайного процесса «блуждания» скважины по состояниям

Кроме этого, разработанная модель позволяет оценить последствия принятия решений по различным вариантам финансирования и возможного недофинансирования выполнения ТОиР. При этом решается как прямая задача, связанная с оценкой последствий принятия различных вариантов финансирования, так и обратная, связанная с определением оптимального объема финансирования, приводящего к минимальному объёму капитальных и эксплуатационных затрат при условии выполнения производственных планов и задач.

На рис. 3 представлены результаты моделирования предельного варианта, при котором ежегодно выделяемый объем финансирования ремонтных работ равен нулю.

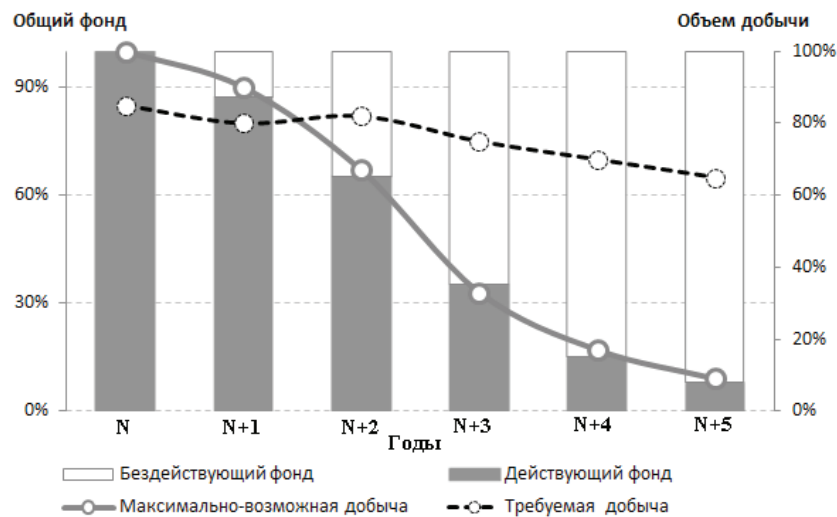


Рис. 3. Анализ последствий принятия различных вариантов финансирования (отсутствие финансирования)

Третья группа задач связана с анализом и оптимизацией бизнес-процессов. Рассмотрим еще раз схему «блуждания» скважины (рис. 1) и в качестве примера выделим цикл «Добыча>Бездействие>КР>Добыча». Возникает вопрос: какой эффект может быть получен в результате сокращения времени цикла? Другими словами, что будет, если снизить время пребывания скважины в бездействии и увеличить «оборачиваемость» скважин. Важно отметить, что при решении этой задачи необходимо учитывать, что время бездействия не может сокращаться бесконечно. Это связано со сроками исполнения заказов на поставку МТР, а также невозможностью проведения ремонтных работ в зимний период и рядом других ограничений [8]. Разделим время функционирования скважины на две части: производительное время, когда скважина дает продукцию (действующий фонд), и непроизводительное время, когда она ждет ремонта или ремонтируется (бездействующий фонд).

Оценка движения скважин по состояниям проводилась в двух режимах. В первом режиме был выполнен расчет для варианта «как есть» (среднее время цикла ~1,5 года), а во втором варианте время пребывания скважины в бездействии снижено на пять-семь процентов. Расчеты показали, что за счет уменьшения времени «оборачиваемости» скважин экономические показатели их работы выросли. Это связано с уменьшением времени простоя в ожидании ремонта и, как следствие, получением большей добавленной стоимости за жизненный цикл.

Преимущество созданного имитационно-аналитической модели заключается в том, что с ее помощью существует возможность строить прогнозы и проводить всестороннюю оценку работы месторождения с одновременным учетом множества факторов и событий: проигрывать последствия принятия различных вариантов финансирования, оптимизировать работу фонда скважин, ускорять или замедлять протекание различных бизнес-процессов и многое другое. Созданная комбинированная имитационно-аналитическая модель обладает возможностью одновременного учета влияния всех этих факторов и построения прогнозов работы месторождения с любой детальностью и на любую перспективу, заранее оценивая и прорабатывая эффективность принимаемых решений на отдельных стадиях реализации проекта.

Данная работа может быть расширена и для анализа работы группы месторождений. Оценка различных показателей эксплуатации может проводиться по каждому из месторождений, с последующим агрегированием на уровень нефтегазовой компании. Это позволяет оценивать и принимать лучшие решения по группам месторождений и газовых промыслов, т.е. использовать системно значимые оценки в принятии глобальных решений.

Таким образом, на этапе эксплуатации месторождений непрерывно возникает большое число различных организационно-экономических задач, требующих соответствующего анализа и решения. К числу ключевых относятся вопросы построения оптимальных стратегий работы с оборудованием, определения необходимого объема финансирования ремонтных и других работ, оптимизации бизнес процессов, а также одновременного учета влияния всех этих факторов на процессы эксплуатации месторождения (группы месторождений). Созданная комбинированная имитационно-аналитическая модель позволяет ответить на перечисленные вопросы путем моделирования динамики работы объекта исследования и оценки влияния различных решений, принимаемых по ходу эксплуатации месторождений.

Дальнейшее развитие модели будет проводиться в части аппроксимации исследуемых процессов движения скважин путем их «марковизации» и детализации рассматриваемых процессов организации и проведения ремонтных работ на скважинах и другом оборудовании.

Литература

1. **Вентцель Е.С.** Исследование операций. М.: «Советское радио», 1972. 552 стр.
2. Надежность и эффективность в технике: Справочник. В 10 т. Т. 8: Эксплуатация и ремонт// Ред. совет: В.С. Авдусевский (пред.) и др. – М.: Машиностроение, 1990.
3. **Якобсон М.О.** Единая система планово-предупредительного ремонта и рациональной эксплуатации технологического оборудования машиностроительных предприятий. М.: Машиностроение, 1967. 592 стр.
4. **Амиров А.Д. и др.** Справочная книга по текущему и капитальному ремонту нефтяных и газовых скважин. М: Недра, 1979. 309 с.
5. **Басарыгин Ю.М.** Ремонт газовых скважин. М.: ОАО «Издательство Недра», 1998. 271 с.
6. **Лаврушко П.Н., Муравьев В.М.** Эксплуатация нефтяных и газовых скважин. М.: ОАО «Издательство Недра», 1971. 367 с.
7. **Вентцель Е.С., Овчаров Л.А.** Теория случайных процессов и ее инженерные приложения. – Учеб. пособие для вузов. 2-е изд., стер. М.: Высшая школа, 2000. 383 с.
8. **Басарыгин Ю.М., Макаренко П.П., Мавромати В.Д.** Ремонт газовых скважин. М: ОАО «Издательство Недра», 1998. 271 с.