

Содержание

Введение	2
1.Методическое обоснование разработки методики	6
2. Модель оптимизации экономической эффективности ГРП по критерию максимального чистого дисконтированного дохода недропользователя	9
Выводы	13
Список литературы	14

Введение

Современная конкурентная среда в нефтегазовой сфере требует принятия оперативных, но при этом взвешенных и обоснованных инвестиционных решений в условиях большого числа неопределенностей. Ответом на этот вызов может стать инструмент, не только обладающий всем необходимым функционалом для геолого-экономической оценки актива с различной степенью детализации, но и способный анализировать качество принятых решений, подбирая наиболее устойчивое, обучаться и уточнять свой прогноз на основе накопленной статистики.

Гидроразрыв пласта (ГРП) является одним из наиболее эффективных методов интенсификации добычи нефти. С ростом числа операций ГРП, появлением новых материалов и технологий совершенствовались подходы к его моделированию.

Актуальность исследования. Несмотря на технологическое усовершенствование процесса работ, для нефтедобывающих районов во времени наблюдается закономерное снижение эффективности поисков новых нефтяных месторождений. В настоящее время осредненная успешность поисков в мире составляет около 25 %.

Причиной снижения успешности является интенсивная разбуренность наиболее перспективных районов, что приводит к перемещению поисковых работ в зоны более сложных геологических условий и уменьшению размеров разбуриваемых поднятий.

Созданная в нефтедобывающих районах инфраструктура и опыт производства позволяют вводить в эксплуатацию месторождения с низкими потенциальными запасами нефти и показателями рентабельности. С другой стороны, в наибольшей степени бурение непродуктивных поисковых скважин скажется на малоразмерных объектах с небольшими запасами нефти. Так как процесс поисков нефтяных месторождений характеризуется высокой неопределенностью конечного результата, затраты на бурение

непродуктивных скважин могут привести не только к убыточности проекта, но и вообще к полному отсутствию за все время реализации проекта положительных инвестиционных потоков.

В конечном счете эффективность поисковых работ будет зависеть от точности экономического планирования инвестиционных проектов. Обоснованность последних, прежде всего, определяется надежностью прогнозных оценок геологических рисков поисков. Для территорий с высокой плотностью промышленных открытий одними из наиболее эффективных для решения этой задачи являются вероятностно-статистические методы прогноза. Необходимо разработать такие методы прогноза, которые бы обеспечили максимальную достоверность при оценке степени перспективности локальных структур до начала поискового бурения. Практической ценностью является возможность, избежав значительных затрат на малоперспективных территориях, увеличить эффективность поисковых работ путем их наибольшей концентрации на наиболее перспективных объектах

Для большинства проектов в нефтегазовом секторе характерны длительные сроки окупаемости капитальных вложений и наличие множества разнообразных рисков. Оценка эффективности подобных проектов является сложной задачей вследствие необходимости учета и структурирования различных типов неопределенности.

Вопросами повышения эффективности нефтедобычи и оптимизацией параметров сетки разработки и параметров гидравлического разрыва пласта (ГРП) занимались и занимаются многие научные работники и организаторы производства, как в России, так и за рубежом. Заметную роль здесь сыграли результаты исследований, опубликованные в трудах Р.Д. Каневской, С.В. Контантинова, S.A. Holditch, M. Economides, P. Valko, J. Mach, D. Wolcott и др.

Переход к рыночным отношениям в России и закономерное истощение запасов углеводородного сырья требует от хозяйствующих субъектов

повышения эффективности работы, необходимым условием которого является продолжение исследований в данном направлении.

Наряду с этим наблюдался рост себестоимости подъема нефти. Это связано с тем, что в предыдущие годы интенсификация добычи проводилась на лучших участках, а эксплуатационное бурение оказывает не значительное влияние на снижение себестоимости. Для сохранения темпов добычи и контроля над ее себестоимостью необходимо внедрение новых методов оптимизации эксплуатации нефтяных месторождений.

В настоящее время все больше внимания уделяется эффективности используемых систем разработки и эффективности ГРП как одного из элементов этой системы. Однако комплексный экономический подход с техническими особенностями процесса нефтедобычи для решения данных проблем не применялся. Именно решение данных вопросов и определяет актуальность темы исследования.

Цель исследования состоит в разработке методики экономической эффективности разработки нефтяных месторождений с использованием технологии гидравлического разрыва пласта и на этой основе повышения эффективности функционирования нефтедобывающего предприятия.

Объектом исследования являются АО «Самотлорнефтегаз».

Предметом исследования являются модели и методы решения задач повышения экономической эффективности нефтедобывающего производства за счет оптимизации системы разработки и параметров ГРП.

Теоретической и методической основами исследований послужили работы ученых и практиков в области экономического анализа и организации производства. При решении поставленных задач использовался комплексный подход, методы экономико-математического моделирования и математического программирования, математические методы поиска решений и генетический алгоритм.

Информационная база исследования представлена содержанием научных работ зарубежных и российских специалистов в области

нефтедобычи и оптимизации производственных процессов. Значительный информационный материал получен из документов и отчетных материалов ведущих российских нефтедобывающих компаний.

Научная новизна:

- сформулирована задача повышения экономической эффективности нефтедобывающего производства для всех этапов разработки нефтяных месторождений;
- предложена модель оптимизации разработки месторождения, учитывающая влияние технологических параметров гидроразрыва пласта на экономические показатели нефтедобычи;
- разработана методика снижения затрат на разработку месторождений с использованием технологии гидроразрыва пласта основанные на принципах оптимизации сетки скважин и стоимости расходных материалов;

Практическая значимость. Основные результаты, выводы, предложения и рекомендации, изложенные в работе, могут быть использованы в нефтедобывающих организациях для повышения эффективности процесса нефтедобычи.

1. Методическое обоснование разработки методики

Процесс добычи нефти можно охарактеризовать как непрерывный, поэтому выражение для определения чистого дисконтированного дохода было представлено в интегральной форме:

$$NPV = -Capex + \int_0^{T_{lim}} \frac{CF_t}{(1+d)^t} dt$$

Выражение денежных потоков выглядит следующим образом:

$$CF = q * N_w * (Pr - VC) - FC * N_w$$

Выделим параметры, которые не меняются со временем:

$$NPV = -Capex + N_w (Pr - VC) q_i * \int_0^{T_{lim}} \frac{e^{\frac{TJ_d N_w t}{AhgC_i}}}{(1+d)^t} dt - FC * N_w * \int_0^{T_{lim}} \frac{1}{(1+d)^t} dt$$

После интегрирования уравнение чистого денежного потока выглядит следующим образом:

$$NPV = -Capex + \frac{N_w (Pr - VC) q_i}{\ln \frac{e^{kN_w}}{1+d}} * \left(\left(\frac{e^{kN_w}}{(1+d)} \right)^{T_{lim}} - 1 \right) - \frac{FC * N_w}{\ln \left(\frac{1}{1+d} \right)} * \left(\frac{1}{(1+d)^{T_{lim}}} - 1 \right)$$

где:

1. $Capex$ - капитальные затраты
2. N_w - количество скважин;
3. q_i - начальный дебит скважины;
4. Pr - цена нефти;
5. VC - издержки зависящие от объемов добычи;
6. d - ставка дисконтирования;
7. FC - издержки независящие от объемов добычи;
8. T_{lim} - длительность проекта.

Длительность проекта один из ключевых параметров, влияющих на принятие решение. Конечно, можно использовать какое-нибудь фиксированное время разработки, например 5, 10 или 20 лет. Однако логичнее и правильнее определить время проекта исходя из экономических предпосылок.

Время проекта определяется исходя из экономически минимального дебита скважины, который напрямую зависит от возможности покрывать постоянные затраты на эксплуатацию скважины за счет добычи нефти из этой скважины. Это означает, что в какой-то момент времени дебит скважины будет настолько мал, что прибыль от реализации добытой нефти не позволит покрыть постоянные издержки, не зависящие от объемов добычи. Таким образом, длительность проекта определяется как:

$$T_{\text{lim}} = \frac{1}{kN_w} * \ln \left(\frac{FC}{q_i (Pr - VC)} \right)$$

Формулы позволяют аналитически определять значение чистого дисконтированного дохода при разработке месторождения

Анализ особенностей процесса гидравлического разрыва пласта показал, что решение о типе и параметрах используемого проппанта не зависит от объема планируемого ГРП. В ходе исследования была определена основная экономическая характеристика проппанта влияющая на выбор типа проппанта:

$$E_{pp} = \frac{(1 - \phi) \rho * PC}{k_f}$$

1. E_{pp} - стоимость проницаемости проппанта, руб/м³/mD ;
2. $(1 - \phi) \rho * PC$ - стоимость единицы объема проппанта, руб/м³ или \$/м³;
3. k_f - проницаемость проппанта, mD или D.
4. Чем меньше эта величина тем ниже затраты на объем проппанта для достижения необходимого эффекта от ГРП.

Обычно стоимость проппанта определяется за тонну, поэтому такие свойства как плотность и пористость проппанта, используемые для перевода массы в объем, оказывают влияние на принятие решения о типе планируемого проппанта. Проницаемость и пористость проппанта меняются значительно в зависимости от давления закрытия трещины.

В рамках данного исследования, была разработана методика, позволяющая менеджерам нефтедобывающих компаний определить

оптимальный тип проппанта для различных значений давления закрытия трещины.

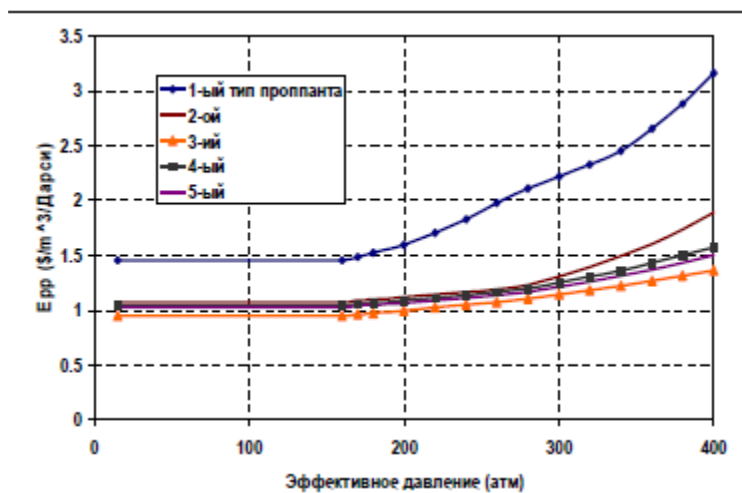


Рис. 1 Зависимость E_{PP} от давления закрытия трещины

На рис. 1 видно как меняется стоимость проницаемости проппанта в зависимости от эффективного давления. Сложившаяся практика формирования цены проппанта внутри одной группы (по устойчивости к стрессу) показывает, что разница в ценах различных производителей отличается не значительно, однако определение наиболее экономически целесообразного типа проппанта в зависимости от пластовых условий в различных регионах может оказать существенное влияние на экономические показатели разработки месторождений. Выбор проппанта на основе коэффициент E_{PP} позволяет минимизировать затраты на расходные материалы при проведении ГРП.

Главное достоинство этого коэффициента состоит в том, что выбранный оптимальный тип проппанта позволяет минимизировать затраты на расходные материалы вне зависимости от объема планируемых работ или от длительности проекта. Использование E_{PP} позволяет минимизировать удельные затраты на технические характеристики проппанта. После того как определен необходимый тип проппанта, однозначно определяются его технические характеристики для заданных условий.

2. Модель оптимизации экономической эффективности ГРП по критерию максимального чистого дисконтированного дохода недропользователя

Для контроля и управления процессом разработки месторождения в настоящее время используются геофизические и гидродинамические исследования скважин, а также специальные математические программы позволяющие моделировать процесс разработки пласта. Для построения таких многомерных цифровых геолого-технологических моделей используются данные анализа геолого-промысловой информации, геофизического контроля за разработкой месторождения, а также результаты лабораторных исследований. Однако стройной математической основы для моделирования реальных объектов и анализа процесса разработки пока не существует. И эта проблема приобретает актуальность и особое значение в условиях, когда цены на нефть и газ низки и неустойчивы, а прибыльность проекта подвержена риску.

Здесь возможно применение математического моделирования. Для выбора критерия оптимальности математической модели рассмотрены показатели экономической эффективности инвестиционных проектов разработки месторождений. Экономическая оценка вариантов разработки проводилась с использованием системы показателей, характерных для рыночной экономики, широко используемых в зарубежной, а сейчас и в отечественной практике. Основными критериями эффективности проекта являются:

- капитальные вложения на освоение месторождения;
- эксплуатационные затраты на добычу;
- чистый приведенный доход (NPV);
- период окупаемости капитальных вложений (DPP);
- внутренняя норма рентабельности (IRR);
- индекс доходности инвестиций (PI);
- доход государства.

Показатели IRR, DPP и PI играют важную роль при оценке проектов по вновь вводимым месторождениям, требующим значительных капитальных затрат. В проектах доработки, не требующих значительных капиталовложений, данные показатели играют вспомогательную роль, и, как правило, не рассчитываются. В связи с тем, что при расчете показателя чистого дисконтированного дохода также определяются капитальные вложения, эксплуатационные затраты и доход государства, т.е. NPV дает ответ об эффективности варианта в целом, данный показатель выбирается в качестве критерия оптимальности математической модели.

Для построения системы ограничений были изучены факторы, влияющие на объемы добычи.

Наиболее значимыми являются:

- способ добычи
- дебит скважины
- заводнение пластов

Дебит скважины - объем продукции, добываемой из скважины за единицу.

На основании проанализированных показателей эффективности и рассмотренных факторов, влияющих на добычу, была построена модель оптимизации экономической эффективности добычи нефти и газа по критерию максимального чистого дисконтированного дохода недропользователя.

Переменными были взяты: x_{ijk}^m - добыча нефти/газа в m - ом квартале t - го года i - ой скважиной j - ым способом; y^m - суммарный объем закачиваемой воды в пласт в m - ом квартале t - го года. Индекс k отражает влияние закачки воды на добычу скважины.

Целевая функция математической модели имеет вид:

$$Z = NPV = \sum_{t=1}^T \frac{(\pi_t + A_t) - K_t}{(1+r)^t} \rightarrow \max$$

Получаем систему ограничений:

$$x_{ijk}^{tm} \leq D_i^{tm} \cdot f_i^{tm}, t = \overline{1, T}, m = \overline{1, 4}, i = \overline{1, N_{\text{св}}}$$

$$\sum_i \sum_t \sum_m x_{ijk}^{tm} \leq S$$

$$x_{ijk}^{tm} = g(y^{tm}), t = \overline{1, T}, m = \overline{1, 4}, i = \overline{1, n}$$

$$\frac{\sum_m y^{tm}}{\left(\sum_i \sum_m \frac{x_{ijk}^{tm}}{1 - \beta_i^{tm}} \right) k_n} \geq 1, t = \overline{1, T}$$

$$x_{ijk}^{tm} \geq 0$$

где Π_P - чистая прибыль в t- ом году, млн.р.;

A_t - амортизационные отчисления в t- ом году, млн.р.;

капитальные вложения на разработку в t- ом году, млн.р.;

T - продолжительность периода расчета, лет;

- действующий фонд скважин (добывающих и нагнетательных), шт;

Кп - коэффициент, учитывающий потери воды при периодической работе нагнетательных скважин на самоизлив, при прорывах водоводов и по другим технологическим причинам;

n - количество скважин с закачкой воды, скв.

В качестве вида уравнения регрессии принимался полином шестой степени:

$$y_t = a + b_1 x_1 + b_2 x_t^2 + b_3 x_t^3 + b_4 x_t^4 + b_5 x_t^5 + b_6 x_t^6 + \varepsilon_t$$

где - добыча нефти отдельной скважиной в t - ый момент времени; x_t - суммарная закачка воды в t - ый момент времени.

Реализация модели приведет к увеличению чистого дисконтированного дохода недропользователя, сократит эксплуатационные и текущие затраты. Использование модели позволяет скорректировать проектные значения ГРП.

Выводы

Основные научные и практические результаты, полученные в работе, состоят в следующем:

- 1) сформулирована задача повышения экономической эффективности нефтедобывающего производства для всех этапов разработки нефтяных месторождений;
- 2) предложена экономико-математическая модель оптимизации разработки месторождения, учитывающая влияние технологических параметров гидроразрыва пласта на экономические показатели нефтедобычи;
- 3) разработаны модели и методы снижения затрат на разработку месторождений с использованием технологии гидроразрыва пласта основанные на принципах оптимизации сетки скважин и стоимости расходных материалов;
- 4) предложены конструктивные средства, позволяющие использовать возможности генетического алгоритма для решения многокритериальных задач оптимизации плана разработки месторождений с применением технологии гидравлического разрыва пласта.
- 5) разработаны рекомендации по практическому использованию результатов исследований.

Предложенные модели и алгоритмы могут быть использованы для повышения эффективности управленческих решений, принимаемых при планировании разработки нефтяных месторождений.

Полученные научные и практические результаты имеют большое значение в качестве теоретической и методической основы создания средств экономико-математического обеспечения систем поддержки принятия решений по формированию оптимальных стратегий нефтедобычи.

Список литературы

1. Влияние ориентации и протяженности трещины ГРП на коэффициент извлечения нефти и плотность сетки скважин /Владимиров И.В.и др. // Нефтепромысловое дело. 2018. № 1. С.14-1
2. Великанова Т.В., Ладоскин А.И. Использование оптимизационных методов при планировании размещения производства // Вестник Самарского муниципального института управления. – 2018. – № 2 (25). – С. 66-73
3. Корякин А.Ю., Жариков М.Г., Яскин И.А. и др. Совершенствование конструкций скважин на ачимовские залежи Уренгойского нефтегазоконденсатного месторождения // Газовая промышленность. 2017. № 9. С. 28–31.
4. Кифоренко И.К. Принципы формирования инвестиционных проектов разработки нефтяных месторождений с учетом влияния рисков // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 6-3. – С. 577-580.
5. Лифшиц В.Р. Математическая модель распределения скоплений углеводородов по территории нефтегазоносного бассейна на примере Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции // Геология и геофизика. - Новосибирск, 2017. - № 2. - С. 201-205.
6. Методика геолого-экономической оценки новых активов разведки и добычи углеводородов. — М.: ПАО «Газпром нефть», 2017
7. Методические рекомендации по применению инструмента анализа «дерево решений», расчету EMV и анализу ценности информации. — ПАО «Газ- пром нефть». — 2016-215с.
8. Нечаева М. Д., Ремизов О. В. Применение методов современной оценки активов для анализа экономической эффективности проектов в российском нефтегазовом секторе // Вестн. Новосиб. гос. ун-та. Серия: Социальноэкономические науки. 2015. Т. 15, вып. 2. С. 48-61.

9. Островская А. К. Расчет эффективности проведения гидроразрыва пласта // Молодой ученый. — 2017. — №44. — С. 14-16. — URL <https://moluch.ru/archive/178/46171/> (дата обращения: 12.02.2020).
Технико-экономическое обоснование коэффициентов извлечения нефти Ватлорского месторождения. - Тюменское отделение «СургутНИПИнефть», Тюмень, 2017 г.
10. О некоторых особенностях моделирования гидроразрыва пласта/ Владимир И.В. и др. // Нефтепромысловое дело. 2018. № 1. С.13-14.
11. Обоснование выбора математической модели для оценки и распределения эффекта от ГРП в единичной скважине на окружающие /Владимир И.В.и др.// Нефтепромысловое дело. 2018. № 1. С.12-13.
12. Павловская А. В., Эффективность инновационного развития нефтегазового комплекса на Европейском Севере [Текст]: монография/ А. В. Павловская — Ухта: УГТУ, 2018.—226 с.
13. Павловская А. В., Нор С. А. Оценка и резервы повышения эффективности добычи нефти в Республике Коми [Текст] // Актуальные вопросы экономических наук: материалы III Междунар. науч. конф. (г. Уфа, июнь 2014 г.). — Уфа: Лето, 2014. — С. 44-47. — URL <https://moluch.ru/conf/econ/archive/95/5814/> (дата обращения: 12.02.2020).
14. Роуз П. Р. Анализ рисков и управление нефтегазопроисковыми проектами. — М.-Ижевск: Ин-т компьютерных исследований. — 2017. — 304 с
15. Толстоногов А.А. Анализ планируемых объемов инвестиций в развитие топливноэнергетического комплекса России // Вестник Самарского государственного технического университета. Сер. Экономические науки. – 2018. – № 2 (8). – С. 67-71.
16. Толстоногов А.А., Прохоренко А.А. Исследование фактической экономической эффективности инвестиций с целью оценки

- реализовавшихся рисков. – Самара: Самарский государственный технический университет, 2007. – 153 с. 5. Толстоногов А.А.,
- 17.Фридман А. В., Тимонина Н. Н. Перспективы развития нефтедобычи в Республике Коми [Текст]/ А. В. Фридман, Н. Н. Тимонина //Известия Коми научного центра УрО РАН. 2017, № 3 (7). — с. 64–69.
- 18.Шакурова А.Ф.. Исследование и совершенствование методики оптимизации разработки нефтяной залежи гидроразрывом пласта: диссертация ... кандидата технических наук : 25.00.17 Шакурова Алсу Фагимовна; [Место защиты: Ин-т проблем трансп. энергоресурсов].- Б.м., 2017.- 160 с.: ил. РГБ ОД, 61 11-5/317