



В.Д. Зубарева
д-р экон. наук
Заслуженный экономист РФ
Почетный работник нефтяной
промышленности
РГУНГ имени И.М. Губкина¹
профессор



А.Х. Оздоева
канд. экон. наук
РГУНГ имени И.М. Губкина¹
Доцент
эксперт Совета Федерации РФ
a.ozdova@bk.ru

Разработка плана, как инструмент оптимизации принятия решений поисков скопления углеводородов

¹Россия, 119991, Москва, Ленинский просп., 65.

Оптимизация процесса проведения глубокого поискового бурения позволяет сократить объем нефтегазоперспективных отложений на величину объема изучаемого структурного элемента, и следовательно, уменьшает неопределенность знаний о недрах на основе полученной информации. Кроме того, нефтегазоносные территории Якутии и Западной Сибири требуют более детального изучения продуктивности объектов до ввода их в глубокое бурение на основе имеющейся априорной информации о них и других объектах региона. Детализация качественного состава, очередность проведения работ и количественные характеристики способствуют оптимизации процесса ввода объектов добычи в эксплуатацию. Таким образом, с точки зрения экономической эффективности ввода инвестиционных вложений формируется агрегированная модель выигрыша от предстоящего освоения запасов предполагаемого к открытию месторождения на основе геологических, математических и экономических оценок

Ключевые слова: поисково-разведочное бурение; стадийность разработки; оптимизация производственного процесса; эффективность оценки

Накопленный опыт проведения поисково-разведочных работ на нефть и газ в различных районах страны показывает, что определенная последовательность (стадийность) решения геологических задач обеспечивает в результате наиболее высокую конечную эффективность. Нарушение стадийности может привести к снижению эффективности в определенный период времени.

Стадии поисково-разведочных работ значительно различаются между собой методиками ведения работ, видами и методами исследований, объемами материальных ресурсов, трудовыми затратами и стоимостью работ. Уровень последнего показателя значительно возрастает от стадии к стадии, достигая наивысшего значения на заключительном этапе – этапе разведки месторождения. Постепенное нарастание затрат обусловлено увеличением объемов работ в соответствующем измерении и изменением стоимости единицы работ, причем объемы работ в большей степени зависят от количества и качества информации, полученной на предыдущей стадии.

Известно, что процессу поисков скоплений углеводородов предшествует прогноз нефтегазности территории, при котором может быть произведена количественная оценка объемов осадочных отложений, перспективных для образования скоплений нефти и газа. Такая оценка является стабильной на протяжении некоторого периода времени, затем, по мере накопления знаний о данном районе и районах-аналогах, она может изменяться как за счет прироста перспективных объемов осадочных толщ, так и за счет их уменьшения.

Методика формирования оптимальной модели выигрыша от предстоящего освоения запасов предполагаемого к открытию месторождения

При оценке эффективности поискового бурения используется система показателей: число открытых месторождений (залелей), затраты денежных средств на оценку одного объекта, количество скважин (или метров проходки) в расчете на один оцененный объект, успешность поискового бурения. Данную систему необходимо дополнить двумя показателями, условно названными абсолютным и относительным коэффициентами информативности глубокого поискового бурения за определенный отрезок времени.

Коэффициенты информативности

Коэффициент абсолютной информативности представляет собой часть объема перспектив-

ных отложений, изученных поисковым бурением за период времени T:

$$K_{и}^0 = V_t^и / V_t^o$$

Относительная информативность выражается отношением эффективного нефтегазонасыщенного объема по открытым скоплениям углеводородов и объема пород, изученных бурением на этих скоплениях, ко всему объему, изученному поисковыми скважинами за время T:

$$K_{и}^0 = (V_t^{нг} + V_e^{инг}) / V_t^и$$

Интегральный коэффициент информативности $K_{и}^и = K_{н}^а \cdot K_{и}^0$, показывающий, какая часть общего перспективного объема приходится на объем отложений, изученных в местах скопления нефти и газа.

Применение данных показателей в анализе результатов глубокого бурения позволит более обоснованно судить об изменении степени изученности района, чем при использовании площадных характеристик, производить оценку экономической эффективности работ по изучению недр независимо от прироста запасов углеводородов, что является очень важным для оценки, прежде всего, поискового бурения, т.к. при среднем значении коэффициента успешности поисков на уровне 0,25–0,3 примерно 60–70% объема проходки не приводит к открытиям. С помощью этих показателей оказывается возможным дать количественную оценку получаемой геологической информации.

Основными количественными показателями плана геологоразведочных работ на стадии поискового бурения являются:

- количество площадей, которые должны быть введены в поисковое бурение;
- количество площадей, которые должны получить поисковую оценку;
- количество вновь открытых скоплений и прирост запасов категорий C₂ и C₁ по апробированным объектам;
- суммарная проходка в поисковом бурении, в том числе по законченным строительством скважинам;
- сметная стоимость строительства скважин (включая обустройство площадей) с разбивкой по годам;
- задание по коммерческой скорости.

Специфические условия проведения поисково-разведочных работ на каждом этапе развития региона, рассмотренные выше, обуславливают и специфику подхода к решению одинаковых по своей экономической сущности задач, стоящих перед нефтегазоразведочными организациями. К таким задачам следует отнести, как уже отмечалось, задачу выбора

первоочередных объектов для проведения поискового бурения. [4].

Выбор оптимальных решений, касающихся определения очередности опосискования объектов, на практике осуществляется на основе различных критериев. Важно подчеркнуть, что даже для одного и того же района эти критерии не действуют, как правило, в течение всего периода ведения нефтегазоразведочных работ. Направленность критериев (геологические, геолого-экономические, экономические, социально-экономические) меняется от этапа к этапу, соответственно степени изученности недр.

Стоит отметить, что ГРП должны планироваться так, чтобы обеспечить более высокие темпы подготовки перспективных структур по сравнению с темпами их ввода в поисковое бурение. Поскольку фонд подготовленных структур в этом случае превышает число структур, вводимых в бурение, постольку у геологоразведочной организации появляется возможность выбора первоочередных объектов для постановки поисковых работ [1, 4].

Однако большинство методических рекомендаций по планированию ГРП не учитывают группу факторов, в той или иной мере влияющих на определение очередности ввода объектов, перспективных на нефть и газ, в поисковое бурение.

Определение оптимальной очередности ввода перспективных структур в глубокое бурение рекомендуется осуществлять в два этапа.

На первом (предварительном) этапе в качестве выигрышной стратегии принимается математическое ожидание прироста запасов на рубль затрат на поисковое бурение. Расчеты, проводимые на этом этапе, помогают уменьшить размерность выборки за счет отбрасывания явно невыгодных стратегий. Целью этого этапа является ранжирование объектов по вышеназванным критериям на основе проведения общей ревизии фонда подготовленных структур.

Выигрыш от реализации i -ой стратегии определяется по формуле:

$$M_{a_{ij}} = (M(Q_j)) / (C_i \sum_1^m I * P_i),$$

где $M_{a_{ij}}$ – математическое ожидание экономической эффективности поискового бурения при i -ой стратегии поисков и j -ом состоянии природы (объеме запасов); $M(Q_j)$ – математическое ожидание прироста запасов, тыс. м³, т; C_i – стоимость поисковой скважины i -ой структуры, млн руб.; I – число поисковых скважин; P_i – вероятность открытия месторождений первой, второй и т.д. скважиной, доли единицы, ($I = 1, 2, \dots, m$).

Следует отметить, что структуры, характеризующиеся низкой эффективностью поискового бурения, с течением времени (увеличением степени изученности региона) могут стать первоочередными для постановки поисковых работ [3, 4].

Следовательно, после проведения расчетов на первом этапе весь фонд подготовленных структур выстраивается в порядке возрастания или убывания выбранных критериев.

Решение данной задачи возможно в двух вариантах. В первом варианте ранжирование объектов осуществляется для района деятельности отдельной нефтегазоразведочной экспедиции, во втором – для района деятельности геологической организации, в состав которой эта экспедиция входит. Несмотря на формально одинаковую постановку задачи, с точки зрения системного подхода к ее решению имеются существенные различия. При определении первоочередных объектов в районе деятельности экспедиции в случае неравномерного распределения этих объектов между экспедициями, а также в случае значительных различий в поисковых производственных мощностях экспедиций, возможна потеря эффективности функционирования всей системы. В случае, если ранжирование объектов осуществляется в целом по региону, возможна следующая ситуация: на территории деятельности отдельной экспедиции находится такое количество первоочередных объектов, опосисковать которые за планируемый период времени при заданных производственных мощностях экспедиции невозможно. Тогда возникает задача перераспределения производственных мощностей и трудовых ресурсов между отдельными экспедициями при фиксировании производственных мощностей геологической организации в целом. Такое маневрирование техническими средствами и трудовыми ресурсами может принести ощутимый выигрыш в эффективности и находит все большее применение в геологоразведочной, нефтегазодобывающей и других отраслях национальной экономики [1, 2].

В такой постановке возникает задача принятия решений в условиях неопределенности с использованием экспериментов. Под экспериментом в данном случае понимается переброска буровой техники и буровой бригады в новый район, создание необходимых жилищно-бытовых условий для работников, расширение, в случае необходимости, ремонтной базы экспедиции и т.д. Расходы, связанные с проведением этих мероприятий, образуют стоимость эксперимента и учитываются в сметной стоимости строительства поисковых скважин. Срав-

Параметр	Уравнение регрессии
Стоимость строительства поисковой скважины (C_p), млрд руб.	$C_p = a_0 + a_1H + a_2r + a_3Hr$, где H – глубина скважины, км; r – расстояние от базы нефтегазоразведочной экспедиции до объекта, сотни км; a_0, a_1, a_2, a_3 – параметры уравнения регрессии
Стоимость строительства разведочной скважины (C_p), млрд руб.	$C_p = a_0 C_n$, где a_0 – коэффициент изменения стоимости разведочной скважины, доли единиц
Число разведочных скважин на месторождении (N_p), скв.	$N_p = a_0 n^a \ln Q$, где n – число возможных залежей; Q – запасы газа, млрд m^3
Капитальные вложения в разработку месторождения (K_d), тыс. руб./1000 m^3	$K_d = a_0 + a_1 / I^{(Q^* \phi)}$, где ϕ – среднегодовой темп отбора запасов, доли единицы
Капитальные вложения в транспорт газа (K_t), тыс. руб./1000 m^3	Определяются, исходя из средней сметной стоимости строительства 1 км газопровода, расстояния от перспективной структуры до центра и объема товарного газа
Себестоимость добычи 1000 m^3 газа (C_d), тыс. руб./1000 m^3	$C_d = a_0 + a_1 / (Q \phi)$
Себестоимость транспорта 1000 m^3 газа (C_t), тыс. руб./1000 m^3	$C_t = a_0 + a_1 / QT$

Таблица 1.

Регрессионные уравнения для определения текущих затрат и капитальных вложений в поиски, разведку, разработку и транспорт газа на территории Западной Сибири

нивая ожидаемый выигрыш без эксперимента с выигрышем после проведения эксперимента, можно определить целесообразность его проведения.

После выбора первоочередных объектов для ведения глубокого поискового бурения (I этап) необходимо определить очередность их ввода в поисковое бурение (II этап).

На втором этапе по каждому оставшемуся в рассматриваемой совокупности объекту определяется математическое ожидание удельной экономической оценки ресурсов в расчете на единицу затрат на поисковое бурение (математическое ожидание удельного выигрыша):

$$M_{b_{ij}} = (\sum_1^n B_{ij} P_j) / (C_i \sum_1^m I^* P_i),$$

где $M(b_{ij})$ – математическое ожидание выигрыша при i -ой стратегии поисков и j -ом состоянии природы; B_{ij} – выигрыш от предстоящего освоения запасов предполагаемого к открытию месторождения при i -ой стратегии поисков и j -ом состоянии природы; P_j – вероятность нахождения объема запасов в определенных интервалах.

Выигрыш от предстоящего освоения запасов предполагаемого к открытию месторождения определяется следующим образом:

$$B_{ij} = \sum_{t=1}^m \frac{K_{mij}}{(1+E_n)^{(t-t_{pp})}} - \sum_{m+1}^t \frac{K_{pij}}{(1+E_n)^{(t-t_{pp})}} + \sum_{t_{pp}+1}^T \frac{C_{ij} - K_{Dij} - I_{Dij} - K_{Tij} - I_{Tij}}{(1+E_n)^{(t-t_{pp})}}$$

где $K_{n_{ij}}, K_{p_{ij}}, K_{D_{ij}}, K_{T_{ij}}$ – капитальные вложения в поиски, разведку, добычу и транспорт углеводородов до потребителя в году t для j -го объема запасов; C_{ij} – ценность объема продукции (нефти, газа, конденсата), выраженная в прогнозных замыкающих затратах или оптовых ценах в году t для j -го объема запасов; $I_{D_{ij}}, I_{T_{ij}}$ – текущие издержки на добычу (без амортизационных отчислений) и транспорт (без амортизационных отчислений) в году t для j -го объема запасов; E_n, E_p, E – барьерные ставки компаундирования и дисконтирования затрат на поиски, разведку и разработку месторождения и результатов его эксплуатации; t_n – год окончания поискового бурения; t_p – год окончания разведочного бурения; t_{pp} – расчетный год периода (год начала эксплуатации объекта); T – расчетный период оценки.

В состав капитальных вложений входят затраты на строительство скважин и трубопроводных систем и обустройство месторождения и трубопровода. В состав текущих издержек включаются все основные виды затрат, предусмотренные Положением о составе затрат по производству и реализации продукции [5].

Для проведения экспресс-анализа целесообразно применять построение регрессионных зависимостей капитальных и текущих затрат от основных факторов на основе проектных и фактических данных по вводимым в эксплуатацию и эксплуатируемым месторождениям для конкретного региона (табл. 1).

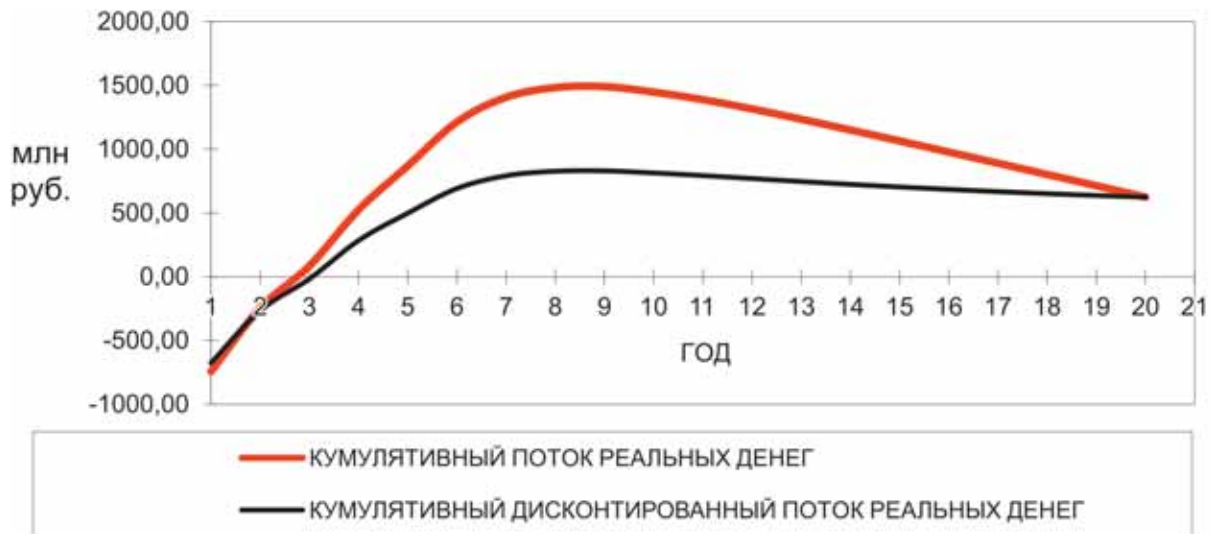


Рис. 1.
Поток реальных денег проекта в налоговой среде

1. Осуществлен ввод и обработка исходного статистического материала путем построения соответствующих матриц, а также вычисление средних значений функции и аргументов и среднеквадратичных отклонений.

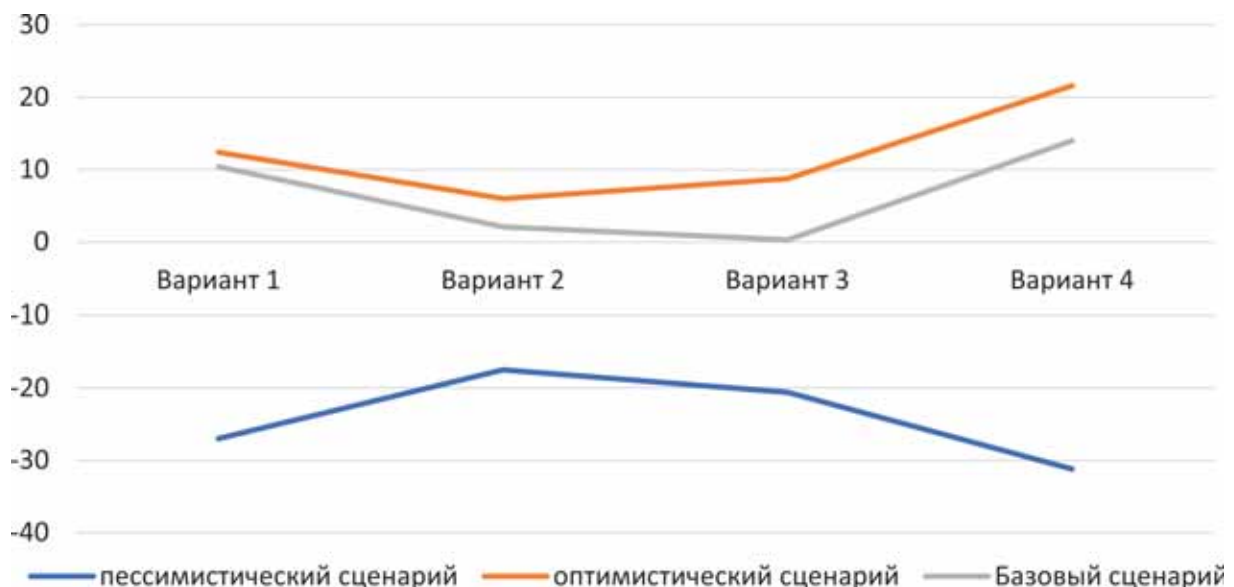
2. Построена матрица коэффициентов корреляции (частных и парных), определены коэффициенты уравнения регрессии и другие характеристики.

3. Вычислены расчетные значения функции и их отклонения от фактических значений, произведены оценки отклонений, определены показатели средней и средневзвешенной ошибки аппроксимации.

Кроме того, испытание надежности коэффициентов парной корреляции произведено по t-критерию Стьюдента: коэффициентов множественной корреляции – по F-критерию. Доверительные границы этого коэффициента определены с помощью критерия Фишера [3, 5]. Анализ показал, что усложнение видов функциональных зависимостей приводит к незначительному повышению точности расчетов при увеличении их трудоемкости. Приведенные выше регрессионные уравнения имеют достаточно простой вид и могут использоваться на практике.

Продолжительность поисковых и разведочных работ определяется, исходя из объемов поискового и разведочного бурения, планируемой цикловой скорости и выделяемого среднегодового числа одновременно работающих буровых


Рис. 2.
Возможные убытки и дополнительные выгоды от реализации методики в рамках проектных решений (доли)



установок. Продолжительность периода разработки объекта принимается равной тому сроку, за который будет достигнут коэффициент нефтегазоизвлечения, принятый при подсчете извлекаемых запасов. Кроме того, проводится расчет прогнозных значения потока реальных денег для дальнейшей комплексной оценки и анализа целесообразности применения методики (*рис. 1*).

Расчеты ожидаемого выигрыша проводятся для всех состояний природы (объемов возможных запасов), установленных на основе результатов геологической экспертизы. Рекомендуется построить как минимум три варианта (сценария)

развития проекта при условии, что открытие состоялось, – пессимистический, оптимистический и реалистический, оценить вероятность их появления и по критерию $M(B_{ij}) \rightarrow \max$ осуществить ранжирование перспективных объектов для выбора первоочередных (*рис. 2*).

Решение этой задачи может производиться в разных вариантах в зависимости от размеров территории поисков (нефтегазоносная провинция, область, зона нефтегазоаккумуляции), горизонта планирования, наличия возможностей маневрирования производственными мощностями геологоразведочной организации и т.д. 

Литература

1. Андреев А.Ф. Оценка эффективности и планирования проектных решений в нефтегазовой промышленности. М.: Нефть и газ. 1997. 279 с.
2. Андреев А.Ф., Дунаев В.Ф., Зубарева В.Д. и др. Основы проектного анализа в нефтяной и газовой промышленности. М. 1997. 341 с.
3. Велинский П.Л., Лившиц В.Н., Смоляк С.А. Оценка эффективности инвестиционных проектов. Теория и практика. Учебно-практическое пособие. М: Дело. 2000. 888 с.
4. Дунаев В.Ф., Шпаков В.Д., Епифанова Н.П., Лындин В.Н. Экономика предприятий нефтяной и газовой промышленности. М.: Нефть и газ. 2006. 352 с.
5. Зубарев Г.В., Оздоева А.Х. Использование реальных опционов как метод снижения рисков для принятия проектных решений в нефтегазовой промышленности //Проблемы экономики и управления нефтегазовым комплексом. 2018. № 6. С. 10–14.

UDC 330.15:553.048:665.7

V.D. Zubareva, Doctor of Economics, Honored Economist of the Russian Federation, Honorary Worker of Oil Industry, Professor of Gubkin Russian State University¹

A.Kh. Ozdоеva, PhD, Associate Professor Gubkin Russian State University¹, Expert of the Federation Council, a.ozdоеva@bk.ru

¹65 Lenin avenue, Moscow, 119991, Russia.

Development of a Plan, as a Tool for Optimizing Decision Making for the Search for Hydrocarbon Accumulations

Abstract. Optimization of the process of deep exploration drilling can reduce the volume of oil and gas deposits by the amount of the studied structural element, and therefore reduces the uncertainty of knowledge about the subsoil on the basis of the information received. In addition, the oil and gas areas of Yakutia and Western Siberia require a more detailed study of the productivity of objects before entering them into deep drilling on the basis of available a priori information about them and other objects in the region. Detailing the qualitative composition, the sequence of work and quantitative characteristics contribute to the optimization of the process of commissioning of production facilities. Thus, from the point of view of economic efficiency of input of investment investments the aggregated model of gain from the forthcoming development of stocks expected to opening of the field on the basis of geological, mathematical and economic estimates is formed

Keywords: exploration drilling; stages of development; optimization of the production process; evaluation efficiency

References

1. Andreev A.F. *Ocenka effektivnosti i planirovaniya proektnykh reshenij v neftegazovoj promyshlennosti* [Evaluation of efficiency and planning of design solutions in the oil and gas industry]. Moscow, Neft i gaz Publ., 1997, 279 p.
2. Andreev A.F. Dunaev V.F., Zubareva V.D. i dr. *Osnovy proektnogo analiza v neftyanoy i gazovoj promyshlennosti* [Fundamentals of project analysis in the oil and gas industry]. Moscow, 1997, 341 p.
3. Velinskij P.L., Livshic V.N., Smolyak S.A. *Ocenka effektivnosti investicionnykh projektov. Teoriya i praktika. Uchebno-prakticheskoe posobie* [Evaluation of the effectiveness of investment projects. Theory and practice. Educational and practical guide]. Moscow, Delo Publ., 2000, 888 p.
4. Dunaev V.F., Shpakov V.D., Epifanova N.P., Lyndin V.N. *Ekonomika predpriyatij neftyanoy i gazovoj promyshlennosti* [Economics of oil and gas industry]. Moscow, Neft i gaz publ., 2006, 352 p.
5. Zubarev G.V., Ozdоеva A.H. *Ispolzovanie realnykh opcionov kak metod snizheniya riskov dlya prinyatiya proektnykh reshenij v neftegazovoj promyshlennosti* [The use of real options as a method of risk reduction for project decision-making in the oil and gas industry]. *Problemy ekonomiki i upravleniya neftegazovym kompleksom* [Problems of economy and management of oil and gas complex], 2018, no. 6, pp. 10–14.