

of detecting water-saturated and oil-saturated formations penetrated by the well in the productive reservoir. The decisions to grant a patent from 01.03.1993].

8. Kotelnikov V. M., Makarov M. S. et al. O primeneniі radioaktivnykh indikatorov pri issledovanii buryashchikhsya i ekspluatatsionnykh skvazhin [O primeneniі radioaktivnykh indikatorov pri issledovanii buryashchikhsya i ekspluatatsionnykh skvazhin]. *Sbornik trudov Volgogradskiy nauchno-issledovatel'skiy i projektnyy institut neftyanoy promyshlennosti* [Proceedings of the Volgograd Scientific-Research and Design Institute of Petroleum Industry], Volgograd, Nizhnevolzhsky publishing, 1976, issue 25.

9. Kotyakhov F. I. *Fizika neftyanykh i gazovykh kollektorov* [Physics of oil and gas collectors], Moscow, Nedra, 1997. 286 p.

10. Sokolovskiy E. V., Solovev G. B., Trenchikov Yu. I. *Indikatornye metody izucheniya neftegazonosnykh plastov* [Indicator methods of studying of oil-and-gas layers], Moscow, Nedra, 1986. 157 p.

11. Nikanorov A. M., Trunov N. M., Tarasov M. G. et al. Tekhnologiya primeneniya fluorestantsnykh trasserov-markerov v neftegazovom proizvodstve [Technology of application of fluorescent tracers markers in oil and gas production]. *Tezisy dokladov Pervoy Regionalnoy nauchno-tehnicheskoy konferentsii "Vuzovskaya nauka – Severo-Kavkazskomu regionu"; Sektsiya: "Neft i gaz", may 1997 g., Stavropol* [Abstracts of the First Regional Scientific Conference "University Science - North Caucasus region", Section: "Oil and Gas", May 1997, Stavropol], Stavropol, 1997.

12. Trunov N. M., Nikanorova A. M. (ed.) *Dvizhenie melkikh vzveshennykh chastits v turbulentnom potoke i problema gidrodinamicheskikh indikatorov-trasserov* [The motion of small particles suspended in a turbulent flow and the problem of hydrodynamic indicators tracer]. *Sbornik Ekologicheskoe normirovanie* [Collection of Environmental regulation], Saint Petersburg, State Hydrometeorological Publishing, 1996, issue 2, pp. 88–108.

13. Trunov N. M., Nikanorov A. M., Tarasov M. G. *Mnogotsvetnye fluorestantsnyye trassery dlya issledovaniya gidrodinamicheskikh protsessov v neftyanykh plastakh* [Multi-color fluorescent tracers for research of hydrodynamic processes in oil layers]. *Materialy Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii, posvyashchennoy 80-letiyu A. A. Kartseva «Fundamentalnye problemy neftegazovoy gidrogeologii»* [Proceedings of the International Conference dedicated to the 80th anniversary of A. A. Kartseva "Fundamental Problems of petroleum hydrogeology"], Moscow, 2005, pp. 353–357.

14. Trunov N. M., Tarasov M. G., Nikanorov A. M. *Mnogotsvetnye fluorestantsnyye trassery dlya issledovaniya protsessov massoobmena v razlichnykh obektakh podzemnoy gidrosfery* [Multi-color fluorescent tracers for research of processes of a mass exchange in various objects of the underground hydrosphere]. *Problemy geologii i osvoeniya nedr yuga Rossii: materialy mezhdunarodnoy konferentsii (Rostov-na-Donu, 5-8 sentyabrya 2006 g.)* [Problems of geology and development of a subsoil of the South of Russia: Materials of inter@ of conference (Rostov-on-Don, on September 5-8, 2006)], Rostov-na-Donu, 2006, pp. 327–329.

ПРИРОДНАЯ РЕНТА В ГЕОЛОГОРАЗВЕДКЕ. ПОСТРОЕНИЕ ПОРТФЕЛЕЙ С ЗАДАННОЙ ВЕРОЯТНОСТЬЮ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДОХОДНОСТИ

Бражников Артем Олегович, соискатель РГУ нефти и газа имени И. М. Губкина

ООО «ВолгоградНефтеотдача»
400075, г. Волгоград, проезд Геофизиков, 3
E-mail: abrajnikov@rambler.ru.

В статье освещены вопросы построения корпоративных портфелей поисковых проектов с заданной вероятностью обеспечения доходности. Представлена методика аналитического определения минимально необходимых показателей экономической эффективности отдельных поисковых проектов в зависимости от геологических условий и степени геологической изученности объекта поисково-разведочных работ. Данная методика также позволяет оценивать как недостаточность уровня изъятия государством природной ренты при определении экономических условий предоставления прав на геологическое изучение недр, так и его избыточность для устойчивого функционирования геологоразведочных компаний. Проведен сравнительный анализ предлагаемой методики составления портфелей проектов с широко распространенной в современной практике работ методикой Питера Р. Роуза. Представлен алгоритм компьютерной программы составления и балансировки портфеля нефтегазописковых проектов с заданной вероятностью обеспечения доходности. В аналитическом и графическом виде представлены зависимости минимально необходимых значений дисконтированного индекса прибыльности поисковых проектов от вероятностных характеристик отдельных проектов и всего портфеля. Проведен краткий анализ полученных результатов по отношению к объектам и субъектам поисковых работ.

Ключевые слова: геологоразведка, геологоразведочный бизнес, природная рента, недропользование, поисковая система, поисковые проекты, портфель проектов, прогнозная успешность, риски, требуемая вероятность, требуемая доходность, успешность, управление рисками, управление портфелем проектов

NATURAL RENT IN GEOLOGICAL SURVEY. CREATING PORTFOLIOS WITH DESIRED PROBABILITY ENSURING THE PROFITABILITY

Brazhnikov Artem O.

Applicant of Gubkin Russian State University of Oil and Gas

VolgogradNefteotdacha ltd.

Geophysicists passage, Russian Federation, Volgograd City 3400075

E-mail: abrajnikov@rambler.ru.

The article highlights the aspects of creating corporate geological exploration project portfolio with desired probability ensuring the profitability. The methodology of analytical determination of minimum required economic efficiency indicators of a separate geological exploration project on the geological conditions and scrutiny of geological exploration object, is presented. This methodology allows assessing as the insufficiency of natural rent withdrawal by the state in certain economic conditions of granting rights to the mineral resources exploration, as its redundancy for the sustainability of the exploration companies. The comparative analysis of the proposed methodology for creating of project portfolios with the widespread in practice modern methodology by Peter R. Rose, is provided. The algorithm of the computer program for creating and balancing the portfolio of the oil and gas exploration projects with the desired probability ensuring the profitability, is presented. The dependence of the minimum value of the discounted profitability index of exploration projects on probability characteristics of separate projects and the whole portfolio is shown in the analytical and graphical form. A brief analysis of the results obtained in relation to the objects and subjects of the geological survey is given.

Keywords: geological exploration, exploration business, natural resource rent, subsoil, geological survey, exploration projects portfolio, predictive success, the risks, the required probability, the required rate of return, success, risk management, project portfolio management

Месторождения нефти и газа в нашей стране в течение двух десятилетий, по сути, являются товаром, права на добычу продаются и покупаются. Тем не менее, работы по производству этого товара до сих пор не стали основой для формирования значительной самостоятельной отрасли бизнеса. Основные субъекты геологоразведочных работ: государство и крупные добывающие компании, не признают за геологоразведкой части прибыли от добычи природных ресурсов. Если добывающая компания открывает месторождение, то всю полученную прибыль относит на этап добычи, а геологоразведка считается частью затрат полного проекта освоения ресурсов месторождения, включающего проекты поисков, разработки, обустройства, добычи и маркетинга УВ и т.д. Посредством взимания разового платежа за предоставление прав на пользование недрами, государство стремится изъять всю разницу между расчетной доходностью разработки предлагаемого месторождения и определяемой в ходе торгов минимальной требуемой доходностью добычи добывающих компаний. Эта разница в доходностях в полном объеме считается частью природной ренты, а не прибылью государственных (советских или российских) геологоразведочных организаций, как в некоторых странах. Если месторождение не приносит прибыли, то ее осуществление может продолжаться только до истощения источника средств. Бесконечно финансировать заведомо убыточное дело бесперспективно, поэтому в этой работе мы попытаемся выделить из совокупных доходов от продажи добытых природных ресурсов часть прибыли, приходящуюся на долю геологоразведки. Попробуем также экономически обосновать максимально возможный (оптимальный для государства) уровень изъятия государством природной ренты, обеспечивающий в рыночных условиях устойчивое развитие геологоразведочной и добывающей отраслей.

Формула 1.

$$\text{Выручка}_{\text{доб}} = (\text{Прибыль}_{\text{геол}} + \text{Затраты}_{\text{геол}}) + (\text{Прибыль}_{\text{доб}} + \text{Затраты}_{\text{доб}}) + \text{Доходы государства};$$

где: Выручка_{доб} – выручка от продажи УВ за весь период эксплуатации месторождения; Прибыль_{геол} – чистая прибыль поисковой компании; Затраты_{геол} – затраты поисковой компании, исключая налоги и выплаты государству за приобретение прав на пользование недрами; Прибыль_{доб} – чистая прибыль добывающей компании; Затраты_{доб} – затраты добывающей компании, исключая налоги и затраты на покупку месторождения у поисковой компании; Доходы государства – доходы государства от предоставления прав на пользования недрами и налогообложения поисковой и добывающей компаний.

Цель государственной политики в сфере получения доходов от рационального использования в том, чтобы природная рента в полном объеме оставалась в распоряжении государства. В указанном выше уравнении это означает:

Формула 2.

$$\text{Природная рента} = \text{Доходы государства}.$$

То есть для определения размера природной ренты из общей выручки от продажи УВ за весь период эксплуатации месторождения необходимо вы-

честь теоретически обоснованные затраты и теоретически обоснованные, минимально необходимые для поддержания деятельности, прибыли поисковой и добывающей компаний.

Для определения оптимального для государства уровня изъятия природной ренты нам нужно теоретически обосновать минимально необходимые поисковым и добывающим компаниям уровни показателей экономической эффективности отдельных проектов поисков и добычи.

Условимся далее называть:

- разрабатываемый на этапе до принятия решения о начале поисковых работ проект полного технологического цикла, включающий в себя проекты поисков, разработки, обустройства, транспорта, маркетинга УВ и пр., – проектом освоения ресурсов УВ месторождения, продолжительностью n лет (проектом освоения);
- первые k лет проекта освоения до открытия месторождения либо неудачного окончания поисковых работ и соответственно всего проекта освоения – проектом поисков (поисковым проектом);
- оставшиеся после открытия месторождения $n-k$ лет проекта освоения – проектом добычи.

Доходность проектов добычи открытых месторождений

Условия, в которых действуют мировые и российские добывающие компании, являются вполне конкурентными. Поэтому минимальный уровень требуемой доходности проектов добычи достаточно справедливо определяется компаниями в конкурентной борьбе. Крупными российскими компаниями минимальное значение показателя внутренней нормы доходности по проектам добычи принимается на уровне 15 %, крупными мировыми компаниями в пределах 5 % – 15 % [14].

Разделим проект освоения на проект поисков и проект добычи. Как уже говорилось, проект освоения ресурсов углеводородов включает в себя расчет полного технологического процесса работ на нефть и газ upstream (проекты: поисков, разработки, обустройства, транспорта, маркетинга УВ и пр.). Денежный поток такого проекта освоения ресурсов углеводородов (далее – проект освоения) представлен на рис. 1.

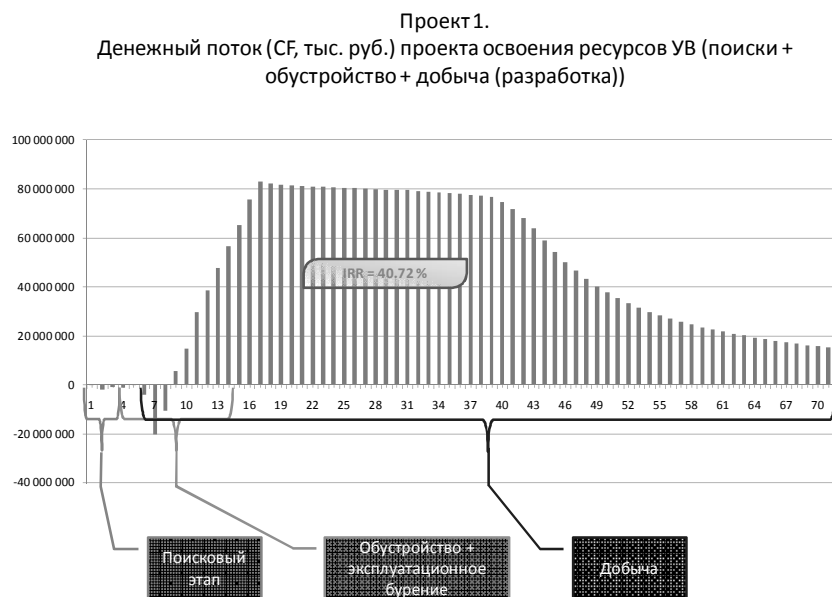


Рис. 1. Денежные потоки проекта освоения

NPV такого потока вычисляется по формуле:

Формула 3.

$$NPV_{\text{осв}} = CF0_{\text{осв}} + \frac{\sum_{i=1}^n CF_i}{(1+r)^i} = \frac{\sum_{i=0}^n CF_i}{(1+r)^i}; \text{ где } (i, n \in \mathbb{N})$$

где: n – полное количество лет реализации проекта освоения; r – требуемая ставка доходности проекта освоения; $CF0_{\text{осв}}$ – включает в себя цену вхождения в проект освоения.

В полном проекте освоения проект поисков и разведки месторождения занимает первые k лет, проекты обустройства, добычи, маркетинга УВ и т.п. (далее проект добычи) занимают оставшиеся $n-k$ лет.

Формула 4.

$$\begin{aligned} NPV_{\text{осв}} &= CF0_{\text{осв}} + \frac{\sum_{i=1}^n CF_i}{(1+r)^i} \\ &= CF0_{\text{осв}} + \frac{\sum_{i=1}^k CF_i}{(1+r)^i} + \frac{\sum_{i=k+1}^n CF_i}{(1+r)^i}; \text{ где здесь и далее } (k \in [1; n]; i, k, n \in \mathbb{N}) \end{aligned}$$

Введем понятия чистого дисконтированного дохода проекта добычи $NPV_{\text{доб}}$ и чистого дисконтированного дохода проекта поисков $NPV_{\text{геол}}$:

Формула 5.

$$NPV_{доб} = -ERP + CF0_{доб} + \frac{\sum_{i=k+2}^n CF_i}{(1+r_{доб})^{i-k-2}} = -ERP + \frac{\sum_{i=k+1}^n CF_i}{(1+r_{доб})^{i-k-1}}$$

где ERP (Explored Reserves Price) – цена приобретения прав на добычу; $CF0_{доб}$ – не включает в себя цену вхождения в проект добычи; $r_{доб}$ – требуемая ставка доходности проекта добычи.

Формула 6.

$$NPV_{геол} = CF0_{геол} + \frac{\sum_{i=1}^k CF_i}{(1+r_{геол})^i} + \frac{ERP}{(1+r_{геол})^{k+1}}$$

где ERP (Explored Reserves Price) – цена продажи открытых запасов УВ; $CF0_{геол}$ – включает в себя цену вхождения в проект поисков; $r_{геол}$ – требуемая ставка доходности проекта поисков.

Если рассматривать проект поисков и проект добычи как части единого проекта освоения, то на первый взгляд необходимости вводить отдельные понятия $NPV_{геол}$ и $NPV_{доб}$ нет. Действительно, сложив Формулы 5 и 6 при условиях $r_{геол}=r_{доб}=r$; $ERP=0$; $CF0_{геол} = CF0_{осв}$; временного лага между окончанием проекта поисков и началом проекта добычи нет, получим:

Формула 7.

$$\begin{aligned} NPV_{геол} + \frac{NPV_{доб}}{(1+r)^{k+1}} &= CF0_{геол} + \frac{\sum_{i=1}^k CF_i}{(1+r)^i} + \frac{ERP}{(1+r)^{k+1}} + \frac{NPV_{доб}}{(1+r)^{k+1}} = \\ &= CF0_{геол} + \frac{\sum_{i=1}^k CF_i}{(1+r)^i} + \frac{ERP}{(1+r)^{k+1}} - \frac{ERP}{(1+r)^{k+1}} + \\ &+ \frac{\sum_{i=k+1}^n CF_i}{(1+r)^{i-k-1+k+1}} = CF0_{осв} + \frac{\sum_{i=1}^k CF_i}{(1+r)^i} + \frac{\sum_{i=k+1}^n CF_i}{(1+r)^i} = NPV_{осв}; \end{aligned}$$

Тем не менее, проект поисков и проект добычи обычно характеризуются разной степенью риска, а значит применять для оценки их эффективности единый критерий, по нашему мнению, неприемлемо.

Если рассматривать поиски углеводородов как самостоятельный бизнес, цена продажи открытых в ходе реализации поискового проекта запасов углеводородов ERP находится из условия $IRR_{доб}=r_{доб}$ ($r_{доб}$ – требуемая доходность проекта добычи), что эквивалентно $NPV_{доб}(r_{доб})=0$. В соответствии с формулой 5:

Формула 8.

$$ERP = \frac{\sum_{i=k+1}^n CF_i}{(1+r_{доб})^{i-k-1}}$$

Формула 6 выражает связь показателей экономической эффективности проектов поисков с показателями экономической эффективности проектов добычи прогнозных запасов УВ [3]. На Рисунке 2 представлен денежный поток того же проекта что и на Рисунке 1 только разделенный на две части: денежный поток проекта «Поиски + Продажа открытого месторождения» и денежный поток «Покупка открытого месторождения + Освоение ресурсов УВ». В качестве примера, в Таблице 1 представлены показатели экономической эффективности этих двух проектов.

Цена продажи открытых запасов ERP, кроме затрат и прибыли геологоразведки, включает в себя часть ренты, которая не будет изъята государством за счет налогообложения добычи. Для ее выделения нам осталось определить минимально необходимый уровень доходности проектов поисков.

Таблица 1

**Показатели экономической эффективности проектов
 «Поиски + Продажа открытого месторождения» и «Покупка открытого
 месторождения + Освоение ресурсов УВ»**

Показатель	Части Проекта 1	
	проект "Поиски + Продажа"	проект «Покупка + Освоение ресурсов УВ»
IRR	784%	15%
PI	6825%	1352%
Срок реализации проекта (лет)	4	67

Доходность проектов поисков

Геологоразведка – это рискованный бизнес, где величина риска значительно меняется в зависимости от геологических условий и степени геологической изученности объекта поисков. Поэтому говорить о минимальной требуемой доходности отдельного поискового проекта можно только с учетом присущего ему риска. Тем не менее, в общем можно говорить о минимальной требуемой доходности портфеля поисковых проектов с заданным уровнем значимости для вероятности ее обеспечения. Уровнем значимости называют достаточно малую вероятность, при которой (в данной определенной задаче) событие можно считать практически невозможным. На практике обычно принимают уровни значимости, заключенными между 0,01 и 0,05 [8]. В условиях рынка менеджмент и акционеры геологоразведочной компании вольны самостоятельно определять свой «risk appetite». Мы же в данной работе, исходя из того, что геологоразведочный бизнес является высокзатратным, примем однопроцентный уровень значимости для портфелей с количеством проектов n больше двух и пятипроцентный для «недорогих» портфелей из одного или двух проектов. Или другими словами примем значение требуемой вероятности обеспечения требуемой доходности портфеля проектов P равным 0,99 при $n > 2$ и равным 0,95 при $n \leq 2$.

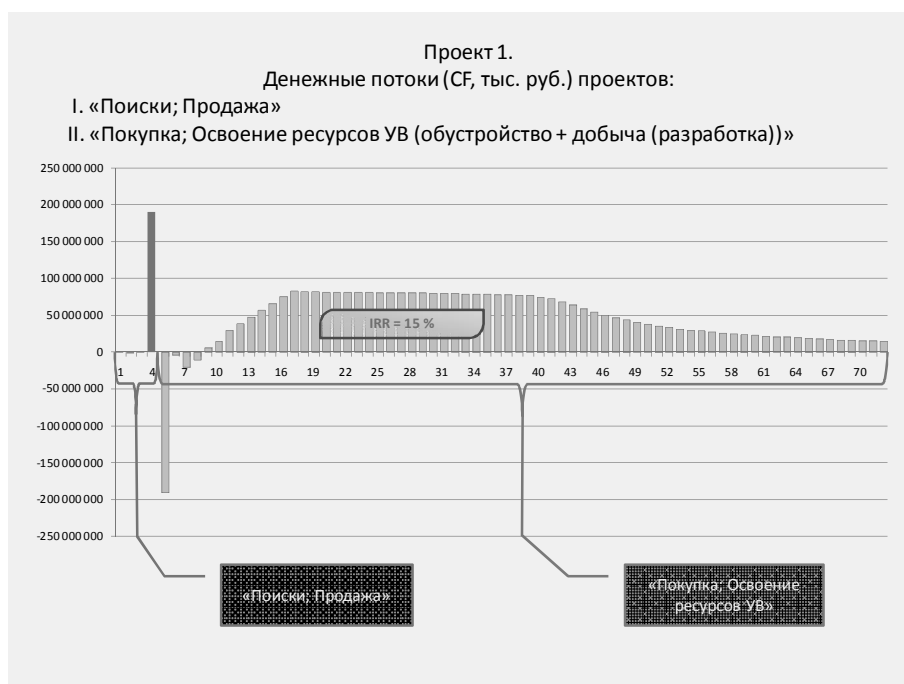


Рис. 2. Денежные потоки проектов «Поиски + Продажа открытого месторождения» и «Покупка открытого месторождения + Освоение ресурсов УВ».

Определим используемые далее в работе обозначения:

- P – требуемая вероятность обеспечения требуемой доходности портфеля поисковых проектов;
- r – ставка требуемой доходности портфеля поисковых проектов (используется в качестве ставки дисконтирования денежных потоков проектов поисков);
- p – прогнозная успешность отдельного поискового проекта;
- n – общее количество поисковых проектов в портфеле.

Сформулируем следующее необходимое условие устойчивого функционирования отдельной геологоразведочной компании: Теоретическая возможность составления в ареале операционной деятельности геологоразведочной компании такого портфеля поисковых проектов, который с вероятностью P близкой к единице обеспечивал бы требуемую доходность. В соответствии с этим условием для составления и балансировки портфеля мы используем разработанную нами компьютерную программу, алгоритм которой в графическом виде представлен на рис. 3. Поисковые проекты обозначены латинскими буквами A, B, C, D. Включение в портфель каждого последующего проекта добавляет в пространство элементарных событий портфеля два новых члена, обозначенных в столбцах каждого проекта как:

- 1 – подтверждение предполагаемого результата (открытие месторождения);
- 0 – получение отрицательного результата.

Каждая строка матрицы портфеля представляет собой несовместное событие, то есть один из всех возможных вариантов реализации портфеля. Увеличение пространства несовместных событий с добавлением в портфель каждого последующего проекта выделено цветом. Вероятность реализации несо-

вместного события равна произведению вероятностей входящих в него элементарных событий. Денежный поток несовместного события равен сумме денежных потоков входящих в него элементарных событий [3].

A	B	C	D
1	1	1	1
0	1	1	1
1	0	1	1
0	0	1	1
1	1	0	1
0	1	0	1
1	0	0	1
0	0	0	1
1	1	1	0
0	1	1	0
1	0	1	0
0	0	1	0
1	1	0	0
0	1	0	0
1	0	0	0
0	0	0	0

Рис. 3 Алгоритм программы составления портфеля

Программа, при наличии определенного выбора поисковых проектов, позволяет балансировать портфель с заданными r и P . При этом она использует поисковые проекты, имеющие неодинаковые значения прогнозной успешности, экономической эффективности, длительности, сроков начала работ.

В данной работе нам необходимо установить связь между вероятностными и экономическими характеристиками портфеля и вероятностными и экономическими характеристиками отдельных поисковых проектов в аналитическом виде. Для этого примем следующие допущения:

- Прогнозная успешность p всех поисковых проектов, входящих в портфель, одинакова;
- Значение показателя DPI (Discounted profitability index) всех проектов портфеля одинаково;

- Дисконтированные инвестиционные затраты $\sum_{i=0}^k \frac{B_i}{(1+r)^i}$ всех проектов одинаковы.

Под показателем DPI (Discounted profitability index) здесь мы понимаем:

Формула 9.

$$DPI = \frac{\sum_{i=0}^k \frac{A_i}{(1+r)^i}}{\sum_{i=0}^k \frac{B_i}{(1+r)^i}}$$

где $\sum_{i=0}^k \frac{A_i}{(1+r)^i}$ – сумма всех положительных дисконтированных денежных потоков поискового проекта, включая выручку от продажи открытого месторождения; $\sum_{i=0}^k \frac{B_i}{(1+r)^i}$ – сумма всех отрицательных дисконтированных денежных потоков поискового проекта, включая затраты на приобретение прав на поиски;

Показатель DPI устанавливает связь экономических характеристик отдельных поисковых проектов с вероятностными характеристиками всего портфеля. DPI определяет минимально необходимое количество m удачных проектов в портфеле из n проектов, обеспечивающее требуемую доходность портфеля r :

Формула 10.

$$m = \left\lfloor \frac{n}{DPI} \right\rfloor$$

Задавая значения параметров: m (минимальное количество удачных проектов в портфеле), r (прогнозная успешность отдельного поискового проекта), можно определить соответствующее каждому набору параметров значение минимального количества проектов в портфеле $n_{\min}$, необходимое для обеспечения заданного значения параметра P .

Параметрические выражения для определения $n_{\min}$, в зависимости от значения параметра m .

При $m=1$ из всех возможных вариантов реализации портфеля нас не устраивает только один, в котором все проекты портфеля оказались неудачными. Выражение для минимального общего количества проектов в портфеле $n_{\min}$, обеспечивающего заданную P портфеля принимает вид:

Формула 11.

$$n = \log_{(1-p)}(1-P) = \frac{\ln(1-P)}{\ln(1-p)}; n_{\min} = \lceil n \rceil$$

$m=2$. В данном случае кроме варианта реализации портфеля, в котором все проекты портфеля неудачные (вероятность этого события $P0 = (1-p)^n$) нас дополнительно не удовлетворяют варианты, в которых оказался удачным только один проект из n (общая вероятность этих событий $P1 = np(1-p)^{n-1}$). В этом случае выражение для $n_{\min}$, примет следующий неявный вид:

Формула 12.

$$P = 1 - (1-p)^n - np(1-p)^{n-1}; n_{\min} = \lceil n \rceil$$

При $m=3$ кроме вариантов реализации портфеля, когда нет ни одного удачного, или есть только один удачный проект, нас дополнительно не удовлетворяют варианты, в которых удачными оказались только два проекта:

Формула 13.

$$P = 1 - (1 - p)^n - np(1 - p)^{n-1} - \frac{1}{2}n(n-1)p^2(1 - p)^{n-2}; n_{\min} = [n]$$

При $m=4$ нас дополнительно не удовлетворяют варианты, в которых удачными оказались только три проекта:

Формула 14.

$$P = 1 - (1 - p)^n - np(1 - p)^{n-1} - \frac{1}{2}n(n-1)p^2(1 - p)^{n-2} - \frac{1}{6}n(n-1)(n-2)p^3(1 - p)^{n-3}; n_{\min} = [n]$$

При $m=5$ нас дополнительно не удовлетворяют варианты, в которых удачными оказались только четыре проекта:

Формула 15.

$$P = 1 - (1 - p)^n - np(1 - p)^{n-1} - \frac{1}{2}n(n-1)p^2(1 - p)^{n-2} - \frac{1}{6}n(n-1)(n-2)p^3(1 - p)^{n-3} - \frac{1}{24}n(n-1)(n-2)(n-3)p^4(1 - p)^{n-4}; n_{\min} = [n]$$

Получив из приведенных выше выражений (формулы 11–15) значения $n_{\min}(p, P, m)$, и используя формулу 10, мы можем установить и графически представить зависимость $DPI(n_{\min}(p, P, m))$ минимально необходимого показателя экономической эффективности отдельного поискового DPI от показателя минимально необходимого количества проектов в портфеле $n_{\min}(p, P, m)$:

Формула 16.

$$DPI_{\text{геол}\min} = \frac{n}{m}$$

На рис. 4 и 5 для каждого значения p (от 0,05 до 0,95 с шагом 0,05) представлены выделенные цветом условные кривые, состоящие из дискретных значений DPI ($n_{\min}$) для каждого из значений целочисленного параметра m от одного до пяти (слева направо). Значения DPI ($n_{\min}$), рассчитанные для $P=0,99$ представлены на Рисунке 4, для $P=0,95$ – на рис. 5.

Мы получили диапазоны минимально необходимых показателей экономической эффективности в зависимости от геологических условий и степени геологической изученности объектов поисково-разведочных работ. Предлагаемая методика позволяет оценивать как недостаточность уровня изъятия государством природной ренты при определении экономических условий предоставления прав на геологическое изучение недр, так и его избыточность для устойчивого функционирования геологоразведочных компаний.

Переход от показателя эффективности DPI к другим (IRR, NPV, PI и т.п.) может быть осуществлен, если будут известны дополнительные параметры отдельного поискового проекта, такие как длительность, денежные потоки по годам и т.п. Требуемая доходность портфеля геологоразведочных проектов -

это минимальная доходность, устраивающая с заданной вероятностью успеха (заданным риском) владельцев геологоразведочного бизнеса. В связи с тем, что сегодня главными субъектами нефтегазовой геологоразведки и одновременно главными покупателями разведанных запасов являются крупные ВИНК за минимальную (требуемую) доходность портфеля геологоразведочных проектов r , получаемую с вероятностью P , можно принять используемую российскими ВИНК требуемую доходность по проектам добычи разведанных запасов $r_{доб}$. Так как если «безрисковая» ($P=0,99$ или $0,95$) доходность геологоразведочного бизнеса меньше требуемой доходности проектов добычи, то вертикально-интегрированной компании имеет смысл не разведывать самостоятельно, а приобретать разведанные запасы.

Краткий анализ полученных результатов

1. Представленные на рис. 4 и 5 данные разбиты на четыре группы в соответствии с четырьмя различными диапазонами значений r . По характеристикам объектов поисков, с определенными допущениями, эти группы можно охарактеризовать следующим образом:

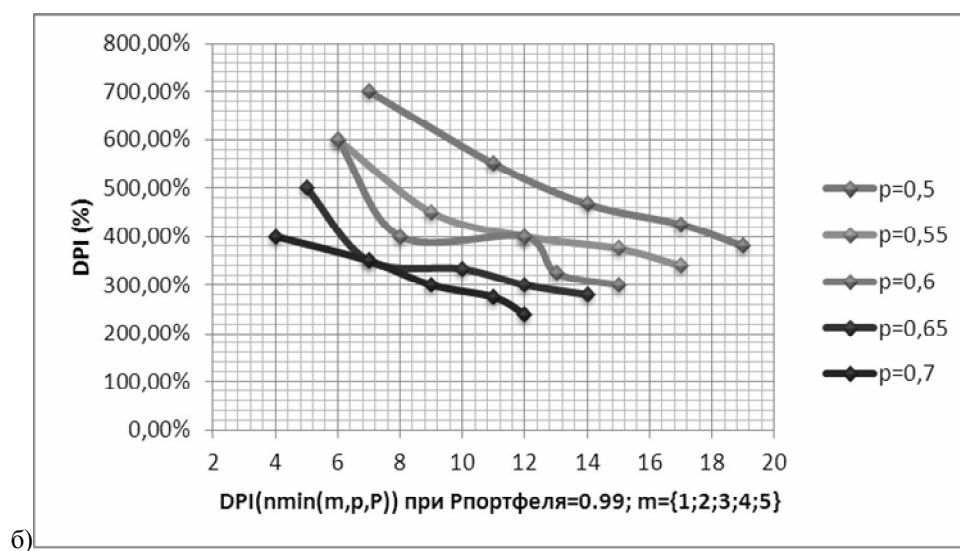
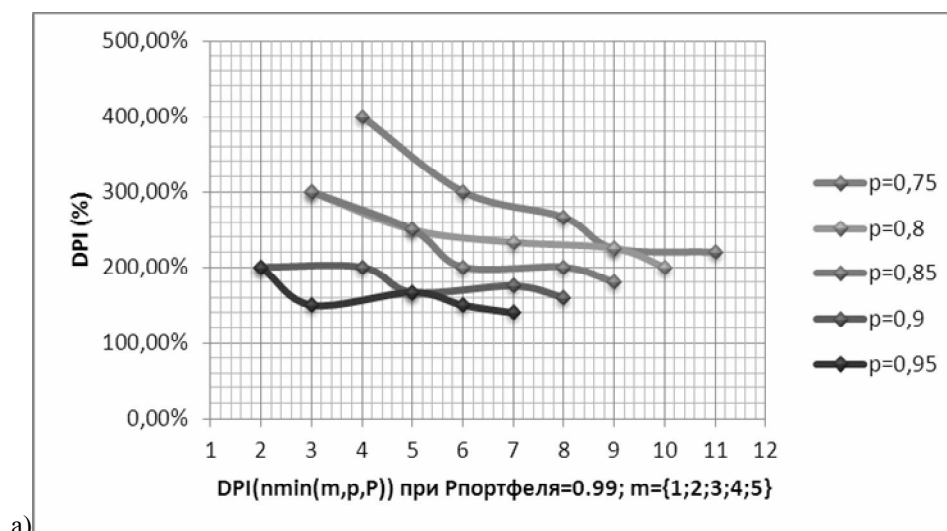
$r=0,75-0,95$. Проекты ГРП по опоскованию объектов в пределах разведанного направления работ (плея), в котором геологические закономерности пространственного расположения скоплений УВ хорошо изучены. Возможные неудачи не связаны с нерешенностью каких-либо общих, принадлежащих этому плею объектов, геологических задач и могут быть обусловлены ошибками сейсморазведочных или буровых работ. То есть, поисковые проекты, принадлежащие одному такому плею, являются взаимно независимыми и могут быть включены в один портфель.

$r=0,50-0,70$. Проекты ГРП по опоскованию объектов в пределах разведанного нефтегазоносного района, принадлежащих новым плеям (например, поиски УВ в ловушках ранее не опоскованного типа в достаточно хорошо изученном стратиграфическом комплексе с доказанной нефтегазоносностью и т.п.), в которых геологические закономерности пространственного расположения скоплений УВ еще не достаточно хорошо изучены. Возможные неудачи могут быть связаны с нерешенностью геологических задач общих для отдельных поисковых проектов принадлежащих данному опосковываемому новому плею. То есть поисковые проекты, принадлежащие одному такому плею, не являются взаимно независимыми и не могут быть включены в один портфель.

$r=0,25-0,45$. Проекты ГРП по опоскованию объектов в пределах разведанной нефтегазоносной провинции, принадлежащих новому малоизученному району с доказанной нефтегазоносностью, в котором геологические закономерности пространственного расположения скоплений УВ еще не выявлены. Возможные неудачи могут быть связаны с нерешенностью геологических задач общих для отдельных поисковых проектов принадлежащих данному опосковываемому нефтегазоносному району. Поисковые проекты, принадлежащие одному такому району, не являются взаимно независимыми и не могут быть включены в один портфель.

$r=0,05-0,20$. Проекты ГРП по опоскованию объектов в пределах новой малоизученной нефтегазоносной провинции, либо в пределах разведанной нефтегазоносной провинции, принадлежащих новому району с еще не доказанной нефтегазоносностью. Возможные неудачи могут быть связаны с не-

решенностью геологических задач общих для отдельных поисковых проектов принадлежащих данному опосредуемому району. Поисковые проекты, принадлежащие одному такому району, не являются взаимно независимыми и не могут быть включены в один портфель.



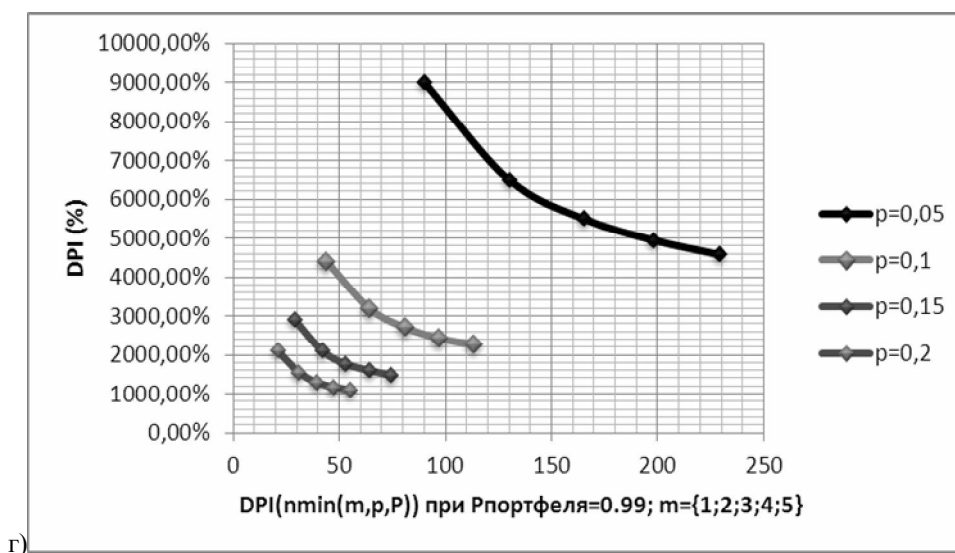
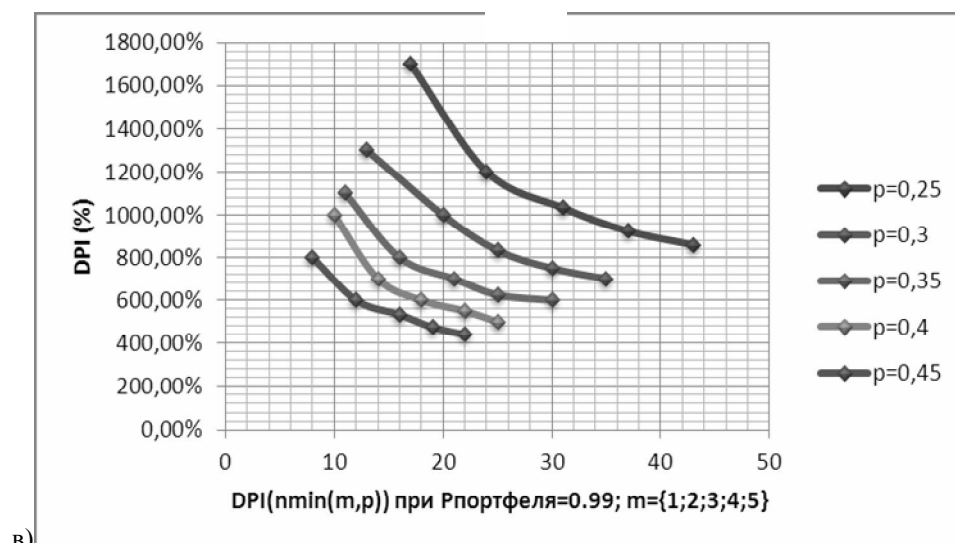
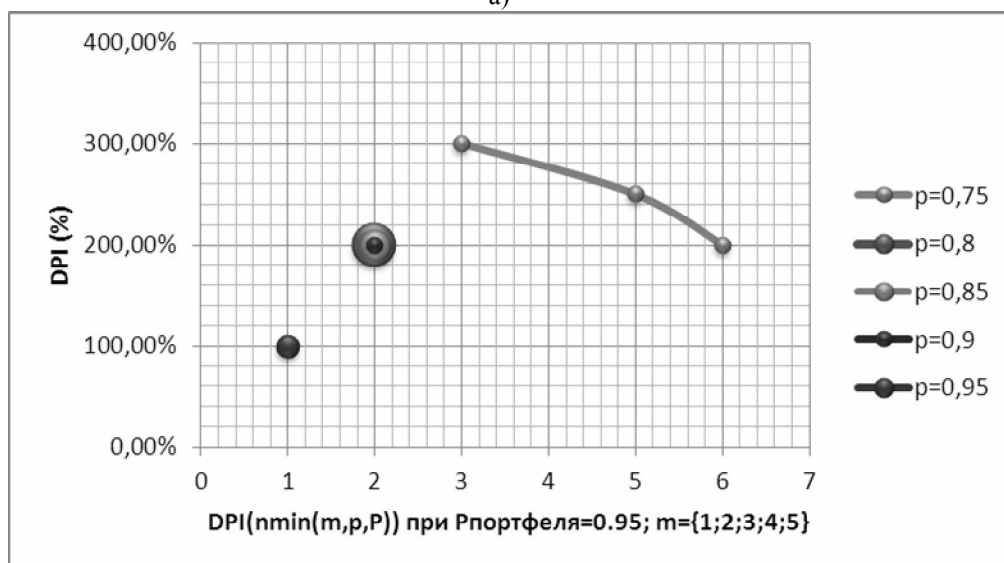
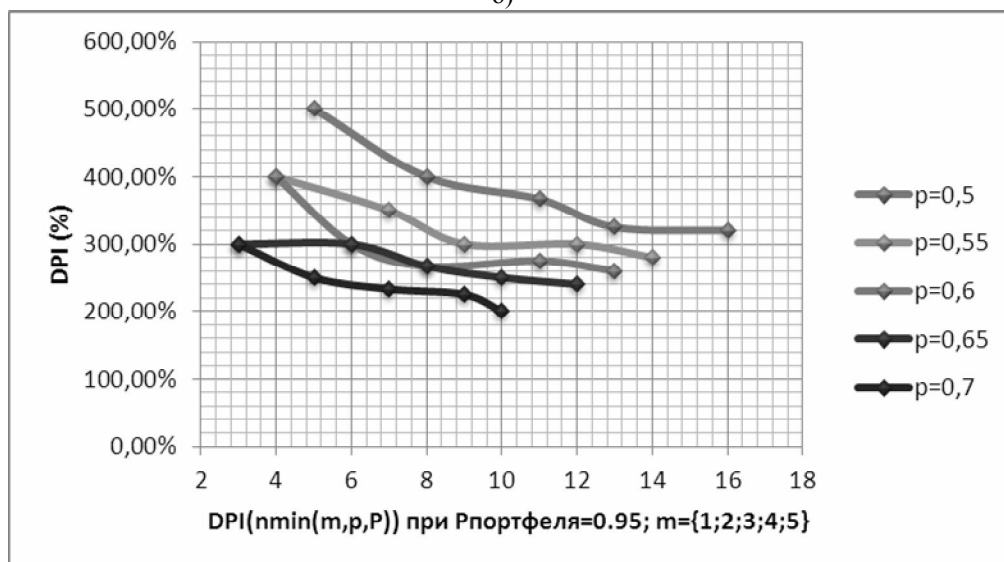


Рис. 4 (а, б, в, г). $DPI(n_{\min}(m,p,P))$ при $R_{\text{портфеля}}=0.99$; $m=\{1;2;3;4;5\}$

а)



б)



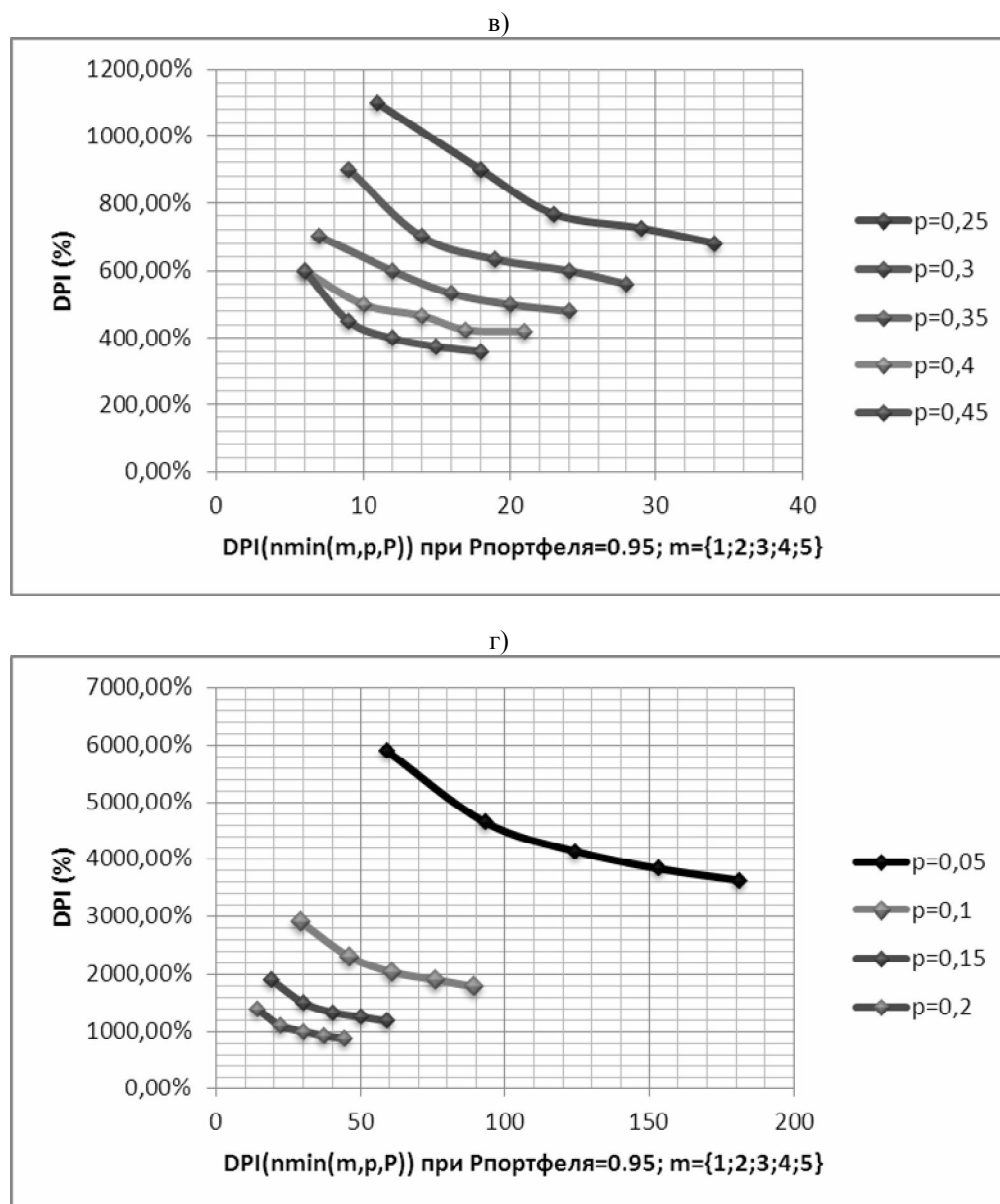


Рис. 5 (а, б, в, г). ДПИ($n_{\min}(m,p,P)$) при $P_{\text{портфеля}}=0.95$; $m=\{1;2;3;4;5\}$.

2. По субъектам поисковых работ в РФ:

Малые (юниорские) специализированные геологоразведочные компании. В соответствии со своими финансовыми возможностями малые компании обычно не могут себе позволить составление портфелей, состоящих более чем из двух поисковых проектов. Но зато они чаще, чем крупные компании, могут себе позволить более высокую степень риска, что в наших расчетах соответствует значению $P=0.95$ (рис. 5а). Как видно из расчетов этим критериям соответствуют поисковые проекты с прогнозной успешностью p от 0,80 до 0,95 и ДПИ от 100 до 200 %. Такие значения ДПИ характерны для мелких месторождений нефти и средних месторождений газа на суше в районах с

развитой транспортной инфраструктурой, принадлежащих хорошо изученным направлениям ГРП (плеям). При $p=0,95$ и $P=0,95$ требуемую доходность с требуемой вероятностью обеспечивает портфель, состоящий всего из одного проекта.

Крупные российские добывающие компании

По своим финансовым возможностям и географии деятельности крупные компании, кроме проектов приемлемых для малых компаний, теоретически могут позволить себе формировать портфель из проектов второй группы с прогнозной успешностью от $p=0,50$ до $p=0,70$ и DPI от 220 до 700 % (рис. 4б). Такие значения DPI характерны для средних месторождений нефти и крупных месторождений газа на суше в районах с развитой транспортной инфраструктурой. Основным препятствием построения портфеля с $0,7 \leq p \leq 0,5$ является исчерпанность геологического задела, то есть дефицит требуемого количества выявленных перспективных объектов с $220 \% \leq \text{DPI} \leq 700 \%$. Препятствием построения портфелей из проектов с $p < 0,50$ для крупных российских добывающих компаний является требование взаимной независимости поисковых проектов. Построение портфеля с $p \geq 0,5$ из проектов, принадлежащих разным плеям или даже разным нефтегазоносным районам, требует обширной географии деятельности и создания и содержания мощной геологической службы.

Крупнейшей группой являются транснациональные ВИНК, включая российские (ЛУКОЙЛ, Роснефть, Газпром). По своим возможностям крупные транснациональные ВИНК, кроме проектов приемлемых для рассмотренных ранее компаний, теоретически могут позволить себе формировать свой портфель из проектов третьей группы, с прогнозной успешностью от $p=0,25$ до $p=0,45$ и DPI от 420 до 1700 % (рис. 4в). Такие значения DPI характерны для крупных месторождений нефти и уникальных месторождений газа на суше в районах с развитой транспортной инфраструктурой. Основным препятствием построения портфеля с $0,25 \leq p \leq 0,45$ является дефицит требуемого количества выявленных перспективных объектов с $420 \% \leq \text{DPI} \leq 1700 \%$. При $p < 0,25$ диапазон требуемого DPI составляет от 2000 до 9000%, что соответствует крупным месторождениям нефти и уникальным месторождениям газа на суше и возможно уникальным месторождениям УВ на море. Главным ограничением составления портфеля является отсутствие не только в России, но и в мире требуемого количества проектов по поиску таких месторождений, тем более принадлежащих различным нефтегазоносным районам и провинциям. При проведении предыдущего анализа мы подразумевали применение современного «западного» подхода к геологии и геологоразведке, характерным примером которого может служить методика «Анализ рисков и управление нефтегазопроисловыми проектами» Питера Р. Роуза [2, 10, 14]. При этом подходе, объектом изучения, опосредования и анализа рисков каждого отдельного проекта является одна конкретная выявленная структура либо, в лучшем случае, один конкретный разведанный или предполагаемый плей. «Плей – это группа подготовленных к бурению ловушек и месторождений нефти и газа, характеризующийся одинаковыми геологическими условиями образования, то есть семейство геологически похожих ловушек» [14]. Применение этого «квазибессистемного» подхода вполне оправдано совре-

менными правовыми и экономическими условиями недропользования. Сегодня отсутствуют условия получения и частными и государственными компаниями положительного экономического эффекта от решения геологоразведочных задач последовательного (в соответствии с иерархией геологических объектов) изучения геологического строения недр и поэтапного выявления закономерностей пространственного расположения скоплений углеводородов. Это означает, что дефицит поисковых проектов с $0,50 \leq p \leq 0,95$ будет только нарастать. Наши предложения по построению отраслевой поисковой системы, основанной на применении системного подхода к проведению геологоразведочных работ, изложены в работе [3].

Проверим, как соотносятся полученные нами диапазоны минимально необходимых значений DPI поисковых проектов с рекомендациями методики управления корпоративным портфелем нефтегазописковых проектов Питера Р. Роуза [2, 10, 14]. Критерием принятия решения об инвестировании в ней является положительная ожидаемая стоимость EV.

Формула 17.

$EV = (\text{вероятность успеха} \times \text{прибыль в случае успеха}) - (\text{вероятность неудачи} \times \text{потери в случае неудачи})$; если значение (EV) положительно, целесообразно инвестировать, если значение (EV) отрицательно, инвестировать рискованно [14, с. 24].

Подразумевается, что математическое ожидание значения NPV портфеля, сформированного на основе данного критерия, будет положительным. Критерий принятия решения об инвестировании (Формула 17) с учетом введенных ранее в нашей работе обозначений:

$$0 \leq p \left(\sum_{i=0}^k \frac{A_i}{(1+r)^i} - \sum_{i=0}^k \frac{B_i}{(1+r)^i} \right) - (1-p) \sum_{i=0}^k \frac{B_i}{(1+r)^i};$$

$$0 \leq p \sum_{i=0}^k \frac{A_i}{(1+r)^i} - p \sum_{i=0}^k \frac{B_i}{(1+r)^i} - \sum_{i=0}^k \frac{B_i}{(1+r)^i} + p \sum_{i=0}^k \frac{B_i}{(1+r)^i};$$

$$0 \leq p \sum_{i=0}^k \frac{A_i}{(1+r)^i} - \sum_{i=0}^k \frac{B_i}{(1+r)^i};$$

Формула 18.

$$\frac{\sum_{i=0}^k \frac{A_i}{(1+r)^i}}{\sum_{i=0}^k \frac{B_i}{(1+r)^i}} \geq 1/p$$

В преобразованном виде критерий положительной ожидаемой стоимости формулируется следующим образом: если значение DPI проекта больше либо

равно обратной величине прогнозной успешности $1/p$ целесообразно инвестировать, если значение DPI меньше $1/p$, инвестировать рискованно.

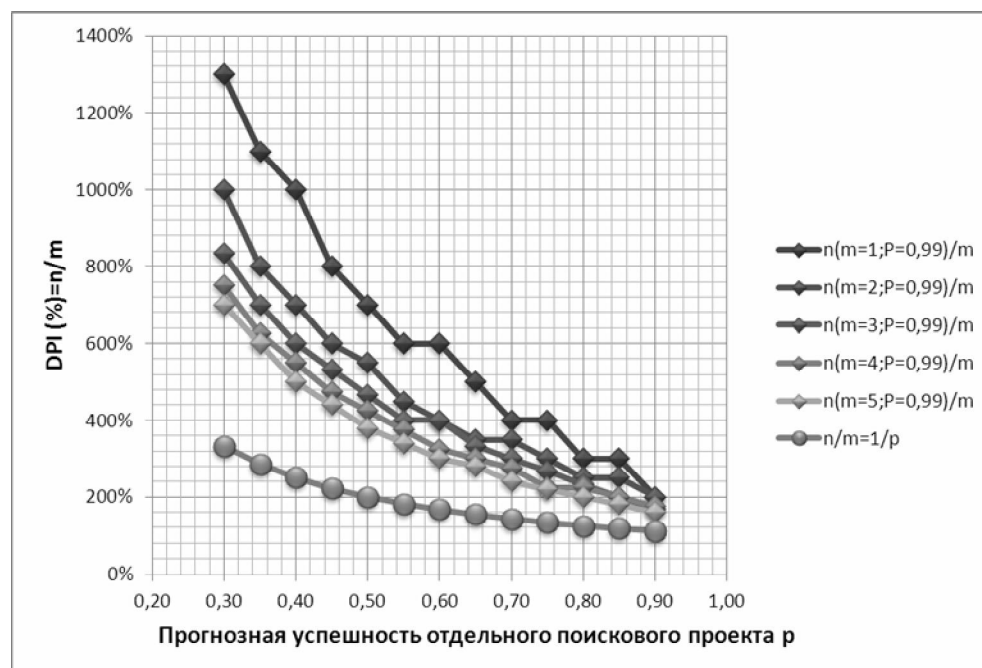


Рис. 6. Зависимость минимально необходимого значения DPI от прогнозной успешности отдельного поискового проекта

На рис. 6 представлены пять условных дискретных кривых отображающих зависимость минимально необходимых (для $P=0,99$) значений DPI от прогнозной успешности отдельного поискового проекта r и одна условная дискретная кривая отображающая критерий Роуза о включении поискового проекта в портфель компании. Как видно из рисунка, критерий Роуза принципиально не обеспечивает возможность составления портфеля нефтегазописковых проектов с заданным уровнем значимости $0,01$ ($P=0,99$) в интервале значений прогнозной успешности отдельного поискового проекта r от $0,3$ до $0,9$. Это означает неприемлемо высокую рисковость практического применения предлагаемой Роузом методики составления портфелей поисковых проектов.

Список литературы

1. Бражников А. О. Условия устойчивого развития геологоразведочного бизнеса. Системный подход к управлению портфелем поисковых проектов. Концептуальная модель механизма предоставления прав на пользование недрами / А. О. Бражников // Геология, география и глобальная энергия. — 2013. — № 2 (49). — С. 143–157.
2. Бражников А. О. Организационно-правовые проблемы рационального недропользования / А. О. Бражников // Геология и разведка месторождений в Прикаспийском регионе и морских акваториях : сборник статей ООО «ЛУКОЙЛ-ВолгоградНИПИморнефть», 2010. — Вып. 69. — С. 150–154.
3. Бражников А. О. Организационные и геологические аспекты создания крупного топливно-энергетического комплекса в Астраханско-Волгоградском и Калмыцком Прикаспии / А. О. Бражников, О. Г. Бражников, А. М. Репей, С. В. Делия,

- М. Е. Дуванова, Г. В. Тараканова // Геология и разработка месторождений в Прикаспийском регионе и морских акваториях. Сборник статей ООО «ЛУКОЙЛ-ВолгоградНИПИморнефть», 2010. – Вып. 69. – С. 16–24.
4. Бражников О. Г. Прогноз нефтегазоносности подвижных литосферных блоков / О. Г. Бражников. – Москва, Недра, 1997. – 252 с.
5. Бражников О. Г. Системный подход в теории и практике исследований геологической истории Земли / О. Г. Бражников. – Волгоград: Эридан, 2010. – 256 с.
6. Гмурман В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика / В. Е. Гмурман. – Издание 1-е, дополненное. Москва : Высшая Школа, 1972. –
7. Конторович А. Э. Закономерности выявления различных по запасам месторождений нефти и газа в нефтегазоносных бассейнах / А. Э. Конторович, В. И. Демин, И. А. Страхов // Геология и геофизика, 1975. – № 11. – С. 3–15.
8. Корпоративные методические рекомендации по оценке эффективности проектов ГРП. – 2012.
9. О недрах : федеральный закон Российской Федерации; утвержден 21.02.1992 : 2395-1. 2.
10. Основы государственной политики в области использования минерального сырья и недропользования : утверждены Распоряжением Правительства Российской Федерации 21.04.2003 : №494-р. 3.
11. Порядок рассмотрения заявок на получение права пользования недрами для целей геологического изучения участков недр : утвержден Приказом МПР России 15.03.2005 : № 61.
12. Роуз Питер Р. Анализ рисков и управление нефтегазопроисковыми проектами. / Питер Р. Роуз. – Москва – Ижевск : Институт компьютерных исследований, 2011. – 304 с.
13. Шпильман В. И. Методика прогнозирования размеров месторождений / В. И. Шпильман // Труды Западно-Сибирского научно-исследовательского геологоразведочного нефтяного института. – Тюмень, 1972. – Вып. 53. – С. 118–126.
14. Шпильман В. И. Количественный прогноз нефтегазоносности / В. И. Шпильман Москва, Недра, 1982. – 215 с.
15. ACPIA PORTFOLIO MANAGEMENT Copyright Ó, CFPI-AZEK, 2004
16. Peter R. Rose Taking a Calculated Risk / Peter R. Rose and others // Oilfield Review, Autumn 2000 (Oilfield Review is Schlumberger's flagship technology journal). – P. 20–35.

References

1. Brazhnikov A. O. Usloviya ustoychivogo razvitiya geologorazvedochnogo biznesa. Sistemnyy podkhod k upravleniyu portfelem poiskovykh proektov. Kontseptualnaya model mekhanizma predostavleniya prav na polzovanie nedrami [Conditions of stable development of the exploration business. systematic approach to exploration project portfolio management. Conceptual model of the mechanism for the granting of rights of subsoil use for geological survey]. *Geologiya, geografiya i globalnaya energiya* [Geology, Geography and Global Energy], 2013, no. 2 (49), pp. 143–157.
2. Brazhnikov A. O. Organizatsionno-pravovye problemy ratsionalnogo nedropolzovaniya [Organizational and legal issues of rational subsoil use]. *Geologiya i razrabotka mestorozhdeniy v Prikaspiyskom regione i morskikh akvatoriyakh : sbornik statey* ООО «ЛУКОЙЛ-ВолгоградНИПИморнефть» [Geology and development of oil fields in the Pre-Caspian area and Caspian shelf. Collected articles of "LUKOIL-VolgogradNIPImorneft Ltd."], 2010, issue 69, pp. 150–154.
3. Brazhnikov A. O., Brazhnikov O. G., Repey A. M., Deliya S. V., Duvanova M. Ye., Tarakanova G. V. Organizatsionnye i geologicheskie aspekty sozdaniya krupnogo toplivno-energeticheskogo kompleksa v Astrakhansko-Volgogradskom i Kalmytskom Prikaspii [Organizational and geological aspects of the creation of a large fuel and energy complex in Volgograd and Astrakhan-Caspian Kalmyk]. *Geologiya i razrabotka mestorozhdeniy v Prikaspiyskom regione i morskikh akvatoriyakh. Sbornik statey* ООО «ЛУКОЙЛ-

VolgogradNIPImorneft» [Geology and development of oil fields in the Pre-Caspian area and Caspian shelf. Collected articles of "LUKOIL-VolgogradNIPImorneft ltd."], 2010, issue 69, pp. 16–24.

4. Brazhnikov O. G. *Prognoz neftegazonosnosti podvizhnykh litosfernykh blokov* [Projection of oil and gas reserves of movable lithospheric plate], Moscow, Nedra, 1997. 252 p.

5. Brazhnikov O. G. *Sistemnyy podkhod v teorii i praktike issledovaniy geologicheskoy istorii Zemli* [Systematic approach in theory and practice of geological Earth history research], Volgograd, Eridan, 2010. 256 p.

6. Gmurman V. Ye. *Teoriya veroyatnostey i matematicheskaya statistika* [Theory of probability and mathematical statistics], Moscow, High School, 1972, edition 1, supplemented.

7. Kontorovich A. E., Demin V. I., Strakhov I. A. *Zakonomernosti vyyavleniya razlichnykh po zapasam mestorozhdeniy nefi i gaza v neftegazonosnykh basseynakh* [Statistical regularity of oil and gas fields size distribution in oil-and-gas bearing basins]. *Geologiya i geofizika* [Geology and geophysics], 1975, no. , pp. 3–15.

8. *Korporativnye metodicheskie rekomendatsii po otsenke effektivnosti proektov GRR* [Corporate guidelines for evaluating the effectiveness of projects of exploration], 2012.

9. *O nedrakh : federalnyy zakon Rossiyskoy Federatsii*; utverzhden 21.02.1992 : 2395-1. 2. [Law of The Russian Federation On The Subsoil. Russian Federation. 21.02.1992 : 2395-1. 2].

10. *Osnovy gosudarstvennoy politiki v oblasti ispolzovaniya mineralnogo syrya i nedropolzovaniya* : utverzhdeny Rasporyazheniem Pravitelstva Rossiyskoy Federatsii 21.04. 2003 [Principles of the public policy for the granting of rights, to subsoil use. Government of The Russian Federation. 21.04. 2003], 2003, no. 494, pp. 3.

11. *Poryadok rassmotreniya zayavok na poluchenie prava polzovaniya nedrami dlya tseley geologicheskogo izucheniya uchastkov neдр* : utverzhden Prikazom Ministerstva estestvennykh resursov Rossiyskoy Federatsii. 15.03.2005 [Regulations for the granting of rights, to use subsoil for geological study. Ministry of natural resources of The Russian Federation. 15.03. 2005], 2005, no. 61.

12. Rouz Piter R. *Analiz riskov i upravlenie neftegazopiskovymi proektami* [Analysis and Management of Petroleum Explorations Ventures], Moscow ; Izhevsk, Institute of Computer Science, 2011. 304 p.

13. Shpilman V. I. *Metodika prognozirovaniya razmerov mestorozhdeniy* [Methodology of oil and gas fields size projection]. *Trudy Zapadno-Sibirskogo nauchno-issledovatel'skogo geologorazvedochnogo neftyanogo instituta* [Proceedings of the West-Siberian Scientific Research Institute of petroleum exploration], Tyumen, issue 53, pp. 118–126.

14. Shpilman V. I. *Kolichestvennyy prognos neftegazonosnosti* [Quantitative projection of oil-and-gas content], Moscow, Nedra, 1982. 215 p.

15. ACIIA PORTFOLIO MANAGEMENT Copyright Ó, CFPI-AZEK, 2004.

16. Peter R. Rose and others Taking a Calculated Risk // Oilfield Review, Autumn 2000 (Oilfield Review is Schlumberger's flagship technology journal), pp. 20–35.