



Проблемы экономики и управления нефтегазовым комплексом

Научно-экономический журнал

PROBLEMS OF ECONOMICS
AND MANAGEMENT OF OIL
AND GAS COMPLEX



ОАО "ВНИИОЭНГ"

117420, Москва, ул. Наметкина, 14, корп. 2.
Тел.: (495)332-0022, 332-2083. Факс: (495)331-6877.

www.vniioeng.mcn.ru

3.2017

ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

УДК 004:330.322

О МЕТОДЕ ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ОЦЕКИ НЕФТЕГАЗОВЫХ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ НА УСЛОВИЯХ СРП

Ю.Г. Богаткина (канд. техн. наук, ведущий научный сотрудник Аналитического центра научно-технического прогнозирования нефтегазовой отрасли)

(Институт проблем нефти и газа РАН (ИПНГ РАН)),

Н.А. Еремин (д-р техн. наук, профессор, заведующий Аналитическим центром научно-технического прогнозирования нефтегазовой отрасли)

(Институт проблем нефти и газа РАН (ИПНГ РАН)),

(ФГБОУ ВО "Российский государственный университет нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина"),

В.Н. Лындин (канд. экон. наук, доцент кафедры экономики нефтяной и газовой промышленности),

А.Н. Еремин (аспирант кафедры экономики нефтяной и газовой промышленности)

(ФГБОУ ВО "Российский государственный университет нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина")

Предлагается экономико-математический метод, основанный на теории нечетких множеств. При этом экономические показатели (критерии) эффективности инвестиционного проекта на условиях СРП могут быть объединены в рамках одной модели, которая дает возможность на основе обобщенного показателя принять окончательное решение об эффективности анализируемого проекта. Представленная методика является полезным инструментом для экономико-математической оценки инвестиционных проектов месторождений в условиях неопределенности ресурсов предприятия. Одним из главных ее преимуществ является возможность гибко учитывать предпочтения экспертов и важность определенных показателей на момент оценки, при этом она не требует сложных математических расчетов и дорогостоящего программного обеспечения.

Контракт типа соглашения о разделе продукции (СРП) предусматривает гибкий принцип раздела добытой нефти, остающейся после покрытия издержек, размер которых ограничен определенными рамками. Унифицированного контракта на основе раздела продукции в мире не существует, единым является только общий принцип. При СРП используется участие государства и частного подрядчика (подрядчиков). Это делает контракты более гибкими, позволяет приспособить СРП к любым типам месторождений, перенося

основные экономические элементы контракта из сферы жестких законодательных ограничений в сферу договоренностей между государством и инвестором [7–10].

Для получения экспертных оценок разработки одного из месторождений Западной Сибири в качестве эксперимента была применена российская модель СРП при условиях трехступенчатого раздела (рис. 1), поскольку применение действующей налоговой системы показало экономическую неэффективность варианта (табл. 1).

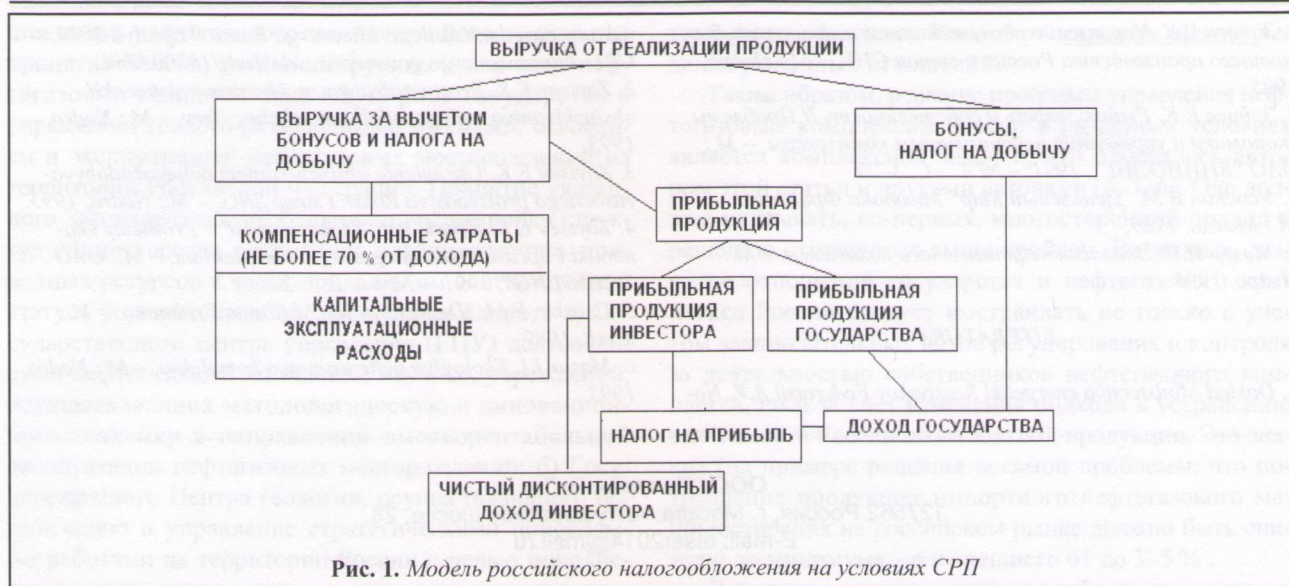


Рис. 1. Модель российского налогообложения на условиях СРП

Таблица 1

Экономические показатели по прогнозируемому варианту с учетом действующей налоговой системы (ДНС) и СРП

Показатели	Величина	
Выручка, млн р.	13068	
Капитальные вложения, млн р.	3345	
Эксплуатационные расходы, млн р.	831	
	ДНС	СРП
Налоги, млн р.	7202	4722
Дисконтированный ден. поток, млн р.	-369,17	688
Срок окупаемости, лет	15	8
Внутренняя норма рентабельности, %	—	19

Для определения закономерностей изменения дохода государства и инвестора на условиях СРП были

также проведены расчеты для различных условий выделения компенсационной продукции, идущей на покрытие затрат и распределение доходной нефти. При этом в соответствии с законом о "СРП" исследовались диапазон изменения уровня компенсационной продукции от 70 до 50 % и распределение прибыльной продукции от 40 до 60 % для инвестора [7–10] (табл. 2). Все расчеты проводились при действующих затратах и устойчивой цене на нефть с реализацией продукции на внутреннем рынке.

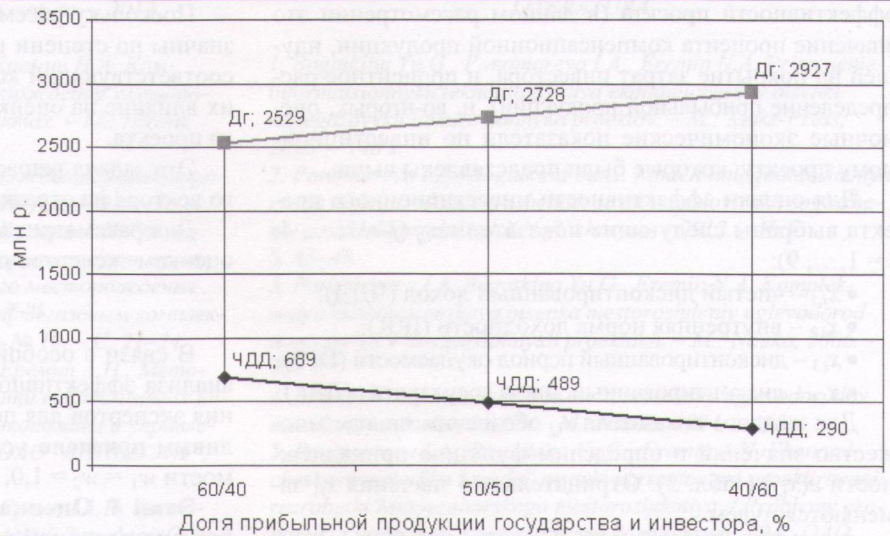
По результатам оценки и из графических зависимостей видно, что государство, как хозяин ресурсов и запасов при всех процентах реализации продукции, идущей на покрытие затрат инвестора и при фиксированном распределении прибыльной нефти, всегда получает положительный доход без каких либо финансовых затрат и проектного риска [7–11] (рис. 2).

Таблица 2

Экономические показатели в зависимости от условий раздела продукции

Процент распределения прибыльной продукции в пользу инвестора		Процент распределения прибыльной продукции в пользу государства		Чистый дисконтиро- ванный доход инвестора (ЧДД)	Внутренняя норма рентабель- ности (ВНР)	Дисконтирован- ный доход госу- дарства (ДДГ)	Срок окупаемости (DPP)
<i>j</i>				1	2	3	4
%		%		Млн р.	%	Млн р.	Годы
<i>i</i>	Уровень компенсационной продукции						
70 %							
1	60	40		688,654	22,30	2528,777	6
2	50	50		489,409	19,20	2728,021	7
3	40	60		290,165	15,90	2927,266	8
Уровень компенсационной продукции							
60 %							
4	60	40		658,905	21,20	2558,526	7
5	50	50		452,224	18,00	2765,207	7
6	40	60		243,905	14,50	2973,526	9
Уровень компенсационной продукции							
50 %							
7	60	40		609,004	19,80	2608,427	7
8	50	50		386,914	16,40	2830,517	8
9	40	60		161,277	12,80	3056,154	11

Рис. 2. Закономерности изменения дохода государства и инвестора на условиях СРП при 70 % компенсации и различных процентах раздела продукции между инвестором и государством, соответственно



Максимальная величина дохода государства приходится на минимальные компенсационные условия для инвестора, что свидетельствует о противоречивости интересов партнеров. При отрицательных потоках денежной наличности проектные решения по вариантам следует исключать из рассмотрения. Было также установлено, что именно при 70 % покрытия затрат целесообразно принимать решения, которые приведут к согласованным и взаимовыгодным интересам государства и инвестора. Принятый процент продукции, выделенной на покрытие затрат при наибольшем значении дисконтированного потока денежной наличности, в первые годы обеспечивает более надежную финансовую самостоятельность инвестора при вводе новых залежей в разработку. Из этого следует, что указанная выше целесообразная граница компенсационной продукции не должна быть сдерживающим фактором для государства при принятии взаимосогласованного проектного решения, реально разрешимого только при договоренности с государством, согласным получить несколько меньшую долю прибыли от ввода месторождения в эксплуатацию, а не потерять ее вообще при отклонении инвестиционного проекта.

Для проверки авторских рекомендаций были проведены расчеты по другому критерию – внутренней норме рентабельности (IRR), которые подтверждают правильность решений. Результаты показывают, что из всех возможных решений наиболее привлекательными для инвестора являются 60 % от величины прибыльной продукции при 70 % компенсации (табл. 2).

При этом государство как хозяин недр при всех выше рассмотренных условиях раздела продукции, идущей на покрытие затрат, получает доход, а значит, оно должно быть заинтересовано в практической реализации инвестиционных проектов по модели СРП [7–10] с целью повышения эффективности разработки новых низкопродуктивных месторождений в сложных природно-климатических и геологических условиях.

Представим теперь механизм математического анализа при оценке рассматриваемого месторождения на условиях СРП.

Нефтегазовый проект месторождения характеризуется множеством факторов неопределенности. Видится, что применение теории нечетких множеств позволит в какой-то степени решить эту проблему, формируя полный спектр сценариев по оценке инвестиционного проекта [1–6].

Центральным понятием данной теории является понятие "множества" – совокупность элементов, обладающих заданным свойством. В настоящее время бинарная оценка инвестиционного проекта "хорошо–плохо" является наименее актуальной. Задача осложняется тем, что экономические критерии нефтегазового инвестиционного проекта изменяются разнонаправленно. Так, при росте чистого дисконтированного дохода и внутренней нормы рентабельности сокращаются дисконтированный период окупаемости и дисконтированный доход государства.

Благодаря теории нечетких множеств экономико-математическая оценка этих показателей может быть объединена в рамках одной модели, что дает возможность на основе обобщенного показателя принять окончательное решение об эффективности анализируемого проекта.

Процесс экспертной экономической оценки по проекту складывается из нескольких этапов.

Этап 1. Определение множества состояний эффективности проекта

Введем следующие множества состояний эффективности проекта, описанные "лингвистически".

Множество **Е** степеней эффективности проекта можно разделить на 5 подмножеств:

- $E \in [0, 0,2]$ – "проект неэффективен";
- $E \in [0,21, 0,4]$ – "эффективность проекта незначительная";
- $E \in [0,41, 0,6]$ – "эффективность проекта средняя";
- $E \in [0,61, 0,8]$ – "эффективность проекта высокая";
- $E \in [0,81, 1,0]$ – "эффективность проекта высшая".

Этап 2. Выбор показателей эффективности и риска

На данном этапе определим множество отдельных показателей, которые, во-первых, влияют на оценку

эффективности проекта (в данном рассмотрении это значение процента компенсационной продукции, идущей на покрытие затрат инвестора, и процентное распределение прибыльной продукции), и, во-вторых, оценочные экономические показатели по инвестиционному проекту, которые были представлены выше.

Для оценки эффективности инвестиционного проекта выбраны следующие показатели x_{ij} ($j = 1, \dots, 4$; $i = 1, \dots, 9$):

- $x_{i,1}$ – чистый дисконтированный доход (ЧДД);
- $x_{i,2}$ – внутренняя норма доходности (IRR);
- $x_{i,3}$ – дисконтированный период окупаемости (DPP);
- $x_{i,4}$ – дисконтированный доход государства (ДДГ).

Для каждого показателя x_{ij} обозначим полное множество значений и определим функцию принадлежности $e(x_{ij})$ (табл. 3). Отрицательные значения $x_{i,1}$ заменяются нулем.

Для ЧДД и IRR функция имеет следующий вид:

$$e(x_{ij}) = \begin{cases} 0, & x_{i,j} = \min_j \\ \frac{x_{i,j} - x_{\min,j}}{x_{\max,j} - x_{\min,j}}, & x_{\min,j} < x_{i,j} < x_{\max,j} \\ 1, & x_{i,j} = \max_j \end{cases} \quad (1)$$

Для DPP и ДДГ функция имеет следующий вид:

$$e(x_{ij}) = \begin{cases} 0, & x_{i,j} = \min_j \\ 1 - \frac{x_{i,j} - x_{\min,j}}{x_{\max,j} - x_{\min,j}}, & x_{\min,j} < x_{i,j} < x_{\max,j} \\ 1, & x_{i,j} = \max_j \end{cases} \quad (2)$$

Определим значения функции принадлежности для этих параметров (табл. 3).

Таблица 3

Значения функции принадлежности нечетких параметров

n	$x_{i,1}$	$x_{i,2}$	$x_{i,3}$	$x_{i,4}$
$x_{1,j}$	1,000	1,000	1,000	1,000
$x_{2,j}$	0,622	0,674	0,622	0,800
$x_{3,j}$	0,244	0,326	0,244	0,600
$x_{4,j}$	0,944	0,884	0,944	0,800
$x_{5,j}$	0,552	0,547	0,552	0,800
$x_{6,j}$	0,157	0,179	0,157	0,400
$x_{7,j}$	0,849	0,737	0,849	0,800
$x_{8,j}$	0,428	0,379	0,428	0,600
$x_{9,j}$	0,000	0,000	0,000	0,000

Этап 3. Определение значимости показателей

Значимость вышеуказанных показателей различна. В дальнейшем предполагается, что наиболее важными показателями являются чистый приведенный доход ЧДД и внутренняя норма доходности IRR. На основе мнения экспертов, значимость (w) показателей расположилась в следующем порядке:

$$w_1 x_{i,1} > w_2 x_{i,2} > w_3 x_{i,3} > w_4 x_{i,4}, \quad (3)$$

где знак ">" означает большее предпочтение одному показателю по сравнению с другим.

Поскольку рассматриваемые показатели не равнозначны по степени важности, то им следует придать соответствующий коэффициент, который бы отражал их влияние на оценку эффективности инвестиционного проекта.

Эта задача решается путем заполнения следующего вектора на отрезке $[0, 1]$.

Для рассматриваемого случая значения вектора по оценкам экспертов принимают следующий вид:

$$w = (1,0, 1,0, 0,8, 0,7). \quad (4)$$

В связи с особой ролью оценки риска в процессе анализа эффективности проекта и на основании мнения экспертов для показателей $x_{i,1}$, $x_{i,2}$, $x_{i,3}$, $x_{i,4}$ справедливым признано условие, что коэффициенты значимости $w_1 = w_2 = 1,0$, $w_3 = 0,8$, $w_4 = 0,7$.

Этап 4. Оценка эффективности проекта и выбор оптимальной альтернативы

Для инвестиционного проекта комплексный показатель эффективности E оценивается по предлагаемой формуле:

$$E = \left(\sum_{j=1}^4 \frac{\sum_{i=1}^n e(x_{ij})}{n} w_j \right) / 4. \quad (5)$$

Далее уровень полученного комплексного показателя эффективности проходит распознавание по правилу принадлежности, на основе множества значений E , описанного на Этапе 1. По данным настоящего исследования этот параметр принимает значение 0,48.

Для компаний нефтегазового сектора инвестирование представляет собой один из наиболее ответственных аспектов текущей деятельности [11–16]. В процессе планирования и реализации инвестиционной деятельности особую роль играет предварительный анализ, который проводится на стадии разработки инвестиционных проектов и способствует принятию взвешенных и обоснованных управленческих решений. При этом главной задачей инвестиционного анализа является оценка экономической эффективности инвестиционных проектов.

Представленная методика является полезным инструментом для экономико-математической оценки инвестиционных проектов нефтегазовых месторождений в условиях неопределенности ресурсов предприятия. Одним из главных ее преимуществ является возможность гибко учитывать предпочтения экспертов и важность определенных показателей на момент оценки, при этом она не требует сложных математических расчетов и дорогостоящего программного обеспечения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Богаткина Ю.Г., Пономарева И.А., Еремин Н.А. Применение информационных технологий для экономической оценки нефтегазовых инвестиционных проектов. – М.: Макс-Пресс, 2016. – 148 с.
2. Пономарева И.А., Богаткина Ю.Г. Модели налогообложения ряда нефтегазодобывающих стран на условиях со-

глашений о разделе продукции // Нефть. хоз-во. – 2012. – № 9. – С. 45–48.

3. Пономарева И.А., Богаткина Ю.Г., Еремин Н.А. Комплексная экономическая оценка месторождений углеводородного сырья в инвестиционных проектах. – М.: Наука, 2006. – 134 с.
4. Еремин Н.А. Моделирование месторождений углеводородов методами нечеткой логики. – М.: Наука, 1994. – 462 с.
5. Пономарева И.А., Богаткина Ю.Г., Еремин А.Н. Экономическая методика и модель оценки вариантов при проектировании разработки Мусюршорского месторождения // Проблемы экономики и управления нефтегазовым комплексом. – М.: ОАО "ВНИИОЭНГ", 2011. – № 10. – С. 21–24.
6. Пономарева И.А., Богаткина Ю.Г., Еремин А.Н., Методические особенности и критерии оценки нефтегазовых инвестиционных проектов // Проблемы экономики и управления нефтегазовым комплексом. – М.: ОАО "ВНИИОЭНГ", 2011. – № 11. – С. 40–42.
7. Пономарева И.А., Богаткина Ю.Г., Еремин А.Н. Экономическая оценка одного из месторождений Западной Сибири на условиях СРП // Проблемы экономики и управления нефтегазовым комплексом. – М.: ОАО "ВНИИОЭНГ", 2012. – № 4. – С. 12–15.
8. Пономарева И.А., Богаткина Ю.Г., Еремин А.Н. Проведение экспертных оценок в нефтегазовых инвестиционных проектах на условиях СРП: матер. межрег. семинара "Рассохинские чтения". – Ухта, 3-4 февраля 2012. – С. 141–145.
9. Пономарева И.А., Богаткина Ю.Г., Еремин А.Н. Экономическая методика и модель оценки вариантов разработки газоконденсатного месторождения Алжира на условиях СРП // Проблемы экономики и управления нефтегазовым комплексом. – М.: ОАО "ВНИИОЭНГ", 2011. – № 12. – С. 42–44.
10. Еремин А.Н. Техничко-экономические аспекты экомониторинга разливов нефти на Арктическом шельфе в режиме реального времени // IX Всерос. науч.-техн. конф. "Актуальные проблемы развития нефтегазового комплекса России". – М., 30 января–1 февраля 2012. – 7-я секция: тезисы доклада.
11. Еремин А.Н. Экономическая оценка эффективности промышленного освоения месторождений углеводородов Ненецкого автономного округа // IX Всерос. науч.-техн. конф. "Актуальные проблемы развития нефтегазового комплекса России". – М., 30 января–1 февраля 2012. – 7-я секция: тезисы доклада. – С. 182–183.
12. Еремин А.Н. Об экономической оценке запасов углеводородов на фондовых биржах // IX Всерос. науч.-техн. конф. "Актуальные проблемы развития нефтегазового комплекса России". – М., 30 января–1 февраля 2012. – 7-я секция: тезисы доклада.
13. Пономарева И.А., Богаткина Ю.Г., Еремин А.Н. Проведение экспертных оценок в нефтегазовых инвестиционных проектах на условиях СРП: матер. межрег. сем. "Рассохинские чтения". – Ухта, 3-4 февраля 2012. – С. 141–145.
14. Еремин А.Н., Лындин В.Н., Богаткина Ю.Г. Принципы разработки и схема определения нормативных показателей для экономической оценки умных месторождений // Нефть, газ и бизнес. – 2015. – № 2. – С. 13–19.
15. Богаткина Ю.Г., Лындин В.Н., Еремин А.Н. Особенности оценки экономической эффективности вариантов разработки Лыдушорского нефтяного месторождения // Проблемы экономики и управления нефтегазовым комплексом. – М.: ОАО "ВНИИОЭНГ", 2016. – № 4. – С. 9–13.
16. Богаткина Ю.Г., Лындин В.Н., Еремин А.Н. Основные принципы экономической оценки и модель налогообложения в нефтегазовых инвестиционных проектах Казахстана // Проблемы экономики и управления нефтегазовым комплексом. – М.: ОАО "ВНИИОЭНГ", 2016. – № 3. – С. 48–52.

LITERATURA

1. Bogatkina Yu.G., Ponomareva I.A., Eremin N.A. *Primenenie informatsionnykh tekhnologiy dlya ekonomicheskoy otsenki neftegazovykh investitsionnykh projektov.* – М.: Maks-Press, 2016. – 148 s.
2. Ponomareva I.A., Bogatkina Yu.G. *Modeli nalogooblozheniya ryada neftegazodobyvayushchikh stran na usloviyakh soglashe-niy o razdele produktsii* // Neft. khoz-vo. – 2012. – № 9. – С. 45–48.
3. Ponomareva I.A., Bogatkina Yu.G., Eremin N.A. *Komplek-snaya ekonomicheskaya otsenka mestorozhdeniy uglevodorod-nogo syr'ya v investitsionnykh projektakh.* – М.: Nauka, 2006. – 134 s.
4. Eremin N.A. *Modelirovanie mestorozhdeniy uglevodorodov metodami nechetkoy logiki.* – М.: Nauka, 1994. – 462 s.
5. Ponomareva I.A., Bogatkina Yu.G., Eremin A.N. *Ekonomi-cheskaya metodika i model' otsenki variantov pri proektirovanii razrabotki Musyurshorskogo mestorozhdeniya* // Problemy eko-nomiki i upravleniya neftegazovym kompleksom. – М.: ОАО "VNIIOENG", 2011. – № 10. – С. 21–24.
6. Ponomareva I.A., Bogatkina Yu.G., Eremin A.N., *Metodi-cheskoe osobennosti i kriterii otsenki neftegazovykh investi-tsionnykh projektov* // Problemy ekonomiki i upravleniya nefte-gazovym kompleksom. – М.: ОАО "VNIIOENG", 2011. – № 11. – С. 40–42.
7. Ponomareva I.A., Bogatkina Yu.G., Eremin A.N. *Ekonomi-cheskaya otsenka odnogo iz mestorozhdeniy Zapadnoy Sibiri na usloviyakh SRP* // Problemy ekonomiki i upravleniya neftega-zovym kompleksom. – М.: ОАО "VNIIOENG", 2012. – № 4. – С. 12–15.
8. Ponomareva I.A., Bogatkina Yu.G., Eremin A.N. *Provedenie ekspertnykh otsenok v neftegazovykh investitsionnykh projektakh na usloviyakh SRP: mater. mezhreg. seminar "Rassokhinskie chteniya"*. – Ukhta, 3-4 fevralya 2012. – С. 141–145.
9. Ponomareva I.A., Bogatkina Yu.G., Eremin A.N. *Ekonomi-cheskaya metodika i model' otsenki variantov razrabotki gazo-kondensatnogo mestorozhdeniya Alzhira na usloviyakh SRP* // Problemy ekonomiki i upravleniya neftegazovym komplek-som. – М.: ОАО "VNIIOENG", 2011. – № 12. – С. 42–44.
10. Eremin A.N. *Tekhniko-ekonomicheskie aspekty eko-mo-nitoringa razlivov nefi na Arkticheskom shel'fe v rezhime real'nogo vremeni* // IX Vseros. nauch.-tekhn. konf. "Aktual'nye proble-my razvitiya neftegazovogo kompleksa Rossii". – М., 30 yanvarya–1 fevralya 2012. – 7-ya sektsiya: tezisy doklada.
11. Eremin A.N. *Ekonomicheskaya otsenka effektivnosti promyshlennogo osvoeniya mestorozhdeniy uglevodorodov Nenetskogo avtonomnogo okruga* // IX Vseros. nauch.-tekhn. konf. "Aktual'nye problemy razvitiya neftegazovogo kompleksa Ros-sii". – М., 30 yanvarya–1 fevralya 2012. – 7-ya sektsiya: tezisy doklada. – С. 182–183.
12. Eremin A.N. *Ob ekonomicheskoy otsenke zapasov ugle-vodorodov na fondovykh birzhakh* // IX Vseros. nauch.-tekhn. konf. "Aktual'nye problemy razvitiya neftegazovogo kompleksa Rossii". – М., 30 yanvarya–1 fevralya 2012. – 7-ya sektsiya: tezisy doklada.
13. Ponomareva I.A., Bogatkina Yu.G., Eremin A.N. *Provedenie ekspertnykh otsenok v neftegazovykh investitsionnykh projektakh na usloviyakh SRP: mater. mezhreg. sem. "Rassokhin-skie chteniya"*. – Ukhta, 3-4 fevralya 2012. – С. 141–145.
14. Eremin A.N., Lyndin V.N., Bogatkina Yu.G. *Printsipy raz-rabotki i skhema opredeleniya normativnykh pokazateley dlya ekonomicheskoy otsenki umnykh mestorozhdeniy* // Neft', gaz i biznes. – 2015. – № 2. – С. 13–19.
15. Bogatkina Yu.G., Lyndin V.N., Eremin A.N. *Osobennosti ot-senki ekonomicheskoy effektivnosti variantov razrabotki Lydu-*

shorskogo neftyanogo mestorozhdeniya // Problemy ekonomiki i upravleniya neftegazovym kompleksom. – M.: OAO "VNII OENG", 2016. – № 4. – S. 9–13.
16. Bogatkina Yu.G., Lyndin V.N., Eremin A.N. Osnovnye print-

sipy ekonomicheskoy otsenki i model' nalogooblozheniya v neftegazovykh investitsionnykh projektakh Kazakhstana // Problemy ekonomiki i upravleniya neftegazovym kompleksom. – M.: OAO "VNII OENG", 2016. – № 3. – S. 48–52.

Институт проблем нефти и газа РАН (ИПНГ РАН)

119333 Россия, г. Москва, ул. Губкина, 3.

E-mail: ubgt@mail.ru;

ФГБОУ ВО "Российский государственный университет нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина"

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

E-mail: ermn@mail.ru, atzako@mail.ru
