

Гильмутдинов А.Э.

магистрант

высшей школы производственного менеджмента

Санкт-Петербургского политехнического

университета Петра Великого

**ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЛЕКСНОГО ТЕХНИКО-
ЭКОНОМИЧЕСКОГО ПОДХОДА ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К
ИНВЕСТИЦИОННОМУ ПРОЕКТИРОВАНИЮ С ЦЕЛЬЮ
ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОСВОЕНИЯ
НИЗКОПРОНИЦАЕМЫХ КОЛЛЕКТОРОВ С УЧЕТОМ ОЦЕНКИ
РИСКОВ ПРОЕКТА И МЕРОПРИЯТИЙ ПО ИХ СНИЖЕНИЮ**

Аннотация. В настоящее время нефтегазовый комплекс является одним из важнейших секторов экономики Российской Федерации. Из этого следует, что проблемы развития этого комплекса являются первостепенными для нашего государства. В условиях истощения запасов легкого углеводородного сырья необходимо искать, находить и использовать методы, способствующие вовлечению в разработку сложных (трудноизвлекаемых запасов). Актуальность работы предопределена необходимостью для добывающих предприятий осваивать транзитные геологические объекты в пределах уже разрабатываемых лицензионных участков на поздних стадиях разработки, характеризующиеся набором геологических рисков – простирания объектов в межскважинном пространстве (ограниченная площадь и эффективная толщина, резкой изменчивостью в распределении фильтрационно-емкостных свойств коллектора, т.е. параметров, напрямую влияющих на величину геологических запасов потенциально нового объекта разработки; технологических и экономических рисков. Т.е.

научная гипотеза исследования заключается в следующем: низкая геолого-экономическая эффективность освоения сложных и трудноизвлекаемых участков недр в ЯНАО не позволяет предприятиям на поздних стадиях разработки поддерживать высокие уровни добычи газа и газового конденсата, что ведет к недостижению проектных величин КИГ, КИК, оставляя часть запасов невыработанными. В данной статье рассматривается комплексный технико-экономический подход для подготовки к инвестиционному проектированию с целью повышения эффективности освоения низкопроницаемых коллекторов с учетом оценки рисков проекта и мероприятий по их снижению.

Ключевые слова: Выработанность традиционных запасов, низкая проницаемость запасов, низкая геолого-экономическая эффективность, критерии успешности проекта, снижение налоговой нагрузки.

Gilmutdinov A.E.

Undergraduate

APPLICATION OF AN INTEGRATED TECHNICAL AND ECONOMIC APPROACH TO PREPARATION FOR INVESTMENT DESIGN WITH THE PURPOSE OF INCREASING THE EFFICIENCY OF DEVELOPMENT OF LOW-PERMEABILITY RESERVOIRS, CONSIDERING THE ASSESSMENT OF PROJECT RISKS AND MEASURES TO REDUCE THEM

Annotation. Currently, the oil and gas complex is one of the most important sectors of the economy of the Russian Federation. It follows from this that the problems of the development of this complex are paramount for our state. Today, many different methods are being developed to optimize development processes and intensify production, making it possible to improve the development system of objects containing hydrocarbon reserves. In conditions of depletion of reserves of light hydrocarbon raw materials, it is necessary to search, find and use methods that facilitate the involvement in the development of complex (hard-to-recover reserves). The relevance of the work is predetermined by the need for mining enterprises to develop transit geological objects within the already developed license areas at the later stages of development, characterized by a set of geological risks – the strike of objects in the interwell space (limited area and effective thickness, sharp variability in the distribution of filtration and capacitance properties of the reservoir, i.e. parameters that directly affect the value of geological reserves of a potential new development object; technological and economic risks. i.e. scientific The research hypothesis is as follows: the low geological and economic efficiency of developing complex and difficult-to-recover subsoil areas in the Yamal-Nenets Autonomous Okrug does not allow enterprises at the later stages of development to maintain high levels of gas and gas condensate production, which leads to

failure to achieve the design values of the CIG, CIC, leaving part of the reserves undeveloped.

This article discusses an integrated technical and economic approach to prepare for investment design in order to increase the efficiency of development of low-permeability reservoirs, taking into account the assessment of project risks and measures to reduce them.

Key words: Depletion of traditional reserves, low permeability of reserves, low geological and economic efficiency, criteria for project success, reduction of the tax burden.

Объектом исследования является Газоконденсатное месторождение X, которое расположено на одноименном лицензионном участке в одном из Пуровском районе Ямало-Ненецкого автономного округа. Недропользователем является одна из дочерних компаний ПАО «НК «Роснефть».

Всего на X месторождении, по состоянию на 01.01.2023 г. пробурено 14 поисково-разведочных скважины общим метражом 44001 м, и 19 эксплуатационных скважин (пласт ПК1). Из 13 пробуренных поисково-разведочных скважин, 11 скважин находятся в контуре газоносности, что говорит о достаточно высоком качестве ГРП.

Объем ГИС, полнота и качество материалов позволяют провести их обработку и интерпретацию с целью литологического расчленения разреза, выделения коллекторов, определения их ФЕС и характера насыщения. Однако, низкая изученность пластов керновыми данными привела к необходимости использования альтернативных алгоритмов обработки данных ГИС, с привлечением дополнительной информации по соседним месторождениям со схожими геолого-геофизическими условиями (Табл. 1).

Параметры	Продуктивные пласты	
	БУ ₁₆ ⁰¹	БУ ₁₆ ¹⁻²
Ср. глубина залегания кровли, м	-3070	-3086
Абсолютная отметка ГВК, м	-	-3085±3 м
Тип залежи	Пластовая, сводовая, литологически экранированная	Пластовая, сводовая, стратиграфически экранированная
Тип коллектора	поровый	поровый
Площадь газоносности, тыс. м ²	201628	29114
Средняя общая толщина, м	7,7	29,7
Ср. эфф. газонасыщ. толщина, м	2,5	4,6

Ср. эфф. водонасыщ. толщина, м	-	10
Коэффициент пористости, д.ед.	0,141	0,159
Коэф. газонасыщенности, д.ед.	0,61	0,68
Проницаемость, 10^{-3} мкм ²	1,13	1,71
Коэф. песчанности, д.ед.	0,31	0,65
Расчлененность, ед	2	8
Начальная пластовая температура, °С	89	90
Начальное пластовое давление, МПа	30,1	30,5
Давление начала конденсации, МПа	30,1	30,5
Плотность конд. в станд. условиях, г/см ³	772	772
Вязкость конд. в станд. условиях, мПа×с	0,880	0,880
Потенциальное содержание стабильного конденсата в газе (C ₅₊), г/м ³	265	260
Вязкость газа в пластов. услов., мПа×с	0,033	0,034
Плотность газа в пластов. услов., кг/м ³	269,3	271,1
Коэф. сверхсжимаемости газа, д.ед.	0,914	0,919
Вязкость воды в пластовых условиях, мПа×с	0,335	0,338
Плотность воды в поверхностных условиях, г/см ³	1,004	1,004

Таблица 1. Геолого-геофизическая характеристика объектов

Учитывая низкие ФЕС и эффективные газонасыщенные толщины, разработка данных пластов характеризуется отрицательной величиной

чистого дисконтированного дохода вследствие низкой накопленной добычи скважин, в результате чего необходимо предусмотреть использование комплекса мероприятий для повышения экономической эффективности проекта с целью ввода в разработку пластов.

Для данной цели необходимо до начала расчетов добычи и капитальных затрат рассмотреть возможность снижения налоговой нагрузки (НДПИ), для этого необходимо обратиться к критериям, к ним относящимся [1].

По результатам проведенного анализа, в качестве основных критериев, влияющих на расчет НДПИ, в данной случае можно принимать следующие коэффициенты:

1) Коэффициент, характеризующий степень сложности добычи флюида (Рис. 1)

$$C_{HR} = \begin{cases} 0.2 & h \leq 10\text{м и } K_{пр} \leq 2\text{мД} \\ 0.4 & h > 10\text{м и } K_{пр} \leq 2\text{мД}, \\ 0.8 & \text{Тюменская свита} \end{cases}$$

где h - эффективная нефтенасыщенная толщина пласта и $K_{пр}$ - проницаемость

C_{HR} – применяется до истечения 180 налоговых периодов, начинающихся:

- с 1 января года, в котором степень выработанности запасов конкретной залежи углеводородного сырья впервые превысила 1%, **либо**
- с 1 января 2014 г., если степень выработанности запасов конкретной залежи углеводородного сырья на 01.01.2013 >1%, **либо**
- с 1 января 2015 г., если степень выработанности запасов конкретной залежи **Тюменской свиты** на 01.01.2015 >1%

Рис.1 Описание коэффициента, характеризующего степень сложности добычи флюида

С учетом текущих условий, $C_{HR}=0.2$

2) Коэффициент, характеризующий величину запасов конкретного участка недр (Рис. 2)

$$C_R = 0.125 \cdot V_R + 0.375$$

Коэффициент применяется, если величина НИЗ по конкретному участку недр меньше 5 млн. т (V_R) и степень выработанности участка недр меньше или равна 0,05 на 1/1/2012 г. для лицензий, выданных до 1 января 2012 г. и при тех же ограничениях на 1 января года выдачи лицензии (выданной после 1.1.2012 г.)

V_R – величина НИЗ в миллионах тонн по данным государственного баланса запасов полезных ископаемых на 1 января года, предшествующего году налогового периода.

Рис.2 Описание коэффициента, характеризующего величину запасов конкретного участка недр

С учетом текущих условий, $C_r=0.875$

3) Коэффициент, характеризующий удаленность региона добычи
(Рис.3)

$$C_{can} = \begin{cases} 1 \\ 0 \end{cases}$$

C_{can} может принимать значение 1 или 0. Равняется 0, при:

1. добыче сверхвязкой нефти (нефть вязкостью более 200 мПа·с и менее 10 000 мПа·с в пластовых условиях)
2. добыче нефти в удаленных регионах РФ. Периоды действия льготы данного пункта приведены на следующем слайде

Для всех прочих случаев коэффициент принимается равным 1.

Рис.3 Описание коэффициента, характеризующего удаленность региона добычи

С учетом текущих условий, $C_{can}=0$.

Следующим шагом является рассмотрение изменения стандартной системы заканчивания, применяемой в Дочернем Обществе, где основным вариантом являлось бурение горизонтального ствола со спуском фильтра в качестве обсадной колонны в интервале хвостовика, что, по большому счету, является решением лишь для высокопроницаемых объектов.

Учитывая низкую проницаемость пласта, газонасыщенные толщины, а также особенности геологического строения пластов, был подобран

перечень входных условий заканчивания с учетом фактического опыта бурения и работы скважин других Дочерних Обществ при схожих геологических условиях, что коррелируется с расчетами добычи на авторской геолого-гидродинамической работы скважин (Таблица 2):

пласт	Кпр фазова я, мД	Нэфф , м	Наличие ГВК	входное условие заканчивания для расчета	Запускной дебит средний расчетны й, тыс. м3/сут	Депресс ия на пласт средняя, ат	Накопленн ая средняя добыча расчетная, млрд.м3
БУ16/0-1	1,13	2,5	нет	горизонтальны й ствол с МГРП	543	75	1,54
БУ16/1-2	1,71	4,6	да	многозабойное заканчивание ("Березовый лист")	621	80	1,95
стандартн ый подход	1,13/1,7 1	2,5/4, 6	не учитывал ось	горизонтальны й ствол	219	144	1,12

Таблица 2. Перечень входных условий заканчивания для пластов

Следующим шагом, необходимым для инвестиционного проектирования освоения пластов с целью их ввода в промышленную разработку, является определение основных критериев риска, влияющих на экономические показатели проекта [2].

В качестве основных критериев (факторов риска проекта), напрямую влияющих на добычу, и, как следствие, на величину чистого дисконтированного дохода, по результатам многовариантного моделирования на основе авторской геолого-гидродинамической модели, определено следующее:

пласт	Пласт БУ16-0/1			Пласт БУ16-1/2			Мероприятия по снижению рисков
	Неудача	Базовое значение	Успех	Неудача	Базовое значение	Успех	
Уточнение Кпр, мД	<1	1,13	>1,13	<1	1,71	>1,71	переиспытание разведочного фонда
Подтверждение дизайна ГРП - высоты закрепленной трещины, м	>30	30	<30	>20	20	<20	проведение ГРП в вертикальных скважинах с целью дальнейшего тиражирования в горизонтах
Уточнение ресурсного потенциала, млрд м3	<11	13,7	>13,7	<2,9	3,6	>3,6	переобработка и интерпретация данных СРР

Таблица 3. Основные критерии успешности проекта и мероприятия по снижению рисков

Данные расчеты станут основой для оценки рисков инвестиционного проектирования методом реальных опционов и проведения анализа чувствительности проекта.

Таким образом, по результатам проведенной работы, можно сформулировать следующие выводы:

- В условиях падающей добычи газоконденсатных месторождений, которые характеризуются относительно коротким циклом «жизни» в сравнении с нефтяными залежами, во избежание консервации промысла, необходимо рассматривать вовлечение в добычу сложных/трудноизвлекаемых запасов транзитных объектов.
- Для реализации данной цели недропользователю необходимо провести обоснование отнесения запасов к категориям сложных/трудноизвлекаемых для возможности применения льгот для снижения налоговой нагрузки.
- С технологической точки зрения, в случае низкопроницаемых коллекторов и ограниченных геологических тел по геометрическому объему чистой газовой зоны, необходимо применять бурение с многостадийным гидроразрывом пласта. В случае наличия подстилающей воды применять многозабойное заканчивание во всех случаях для повышения охвата дренирования как по вертикали, так и по горизонтали.
- В качестве основных критериев (факторов риска проекта), напрямую влияющих на добычу, и, как следствие, на величину чистого дисконтированного дохода, по результатам многовариантного моделирования на основе авторской геолого-гидродинамической модели определены проницаемость, высота трещины ГРП, а также величина начальных геологических запасов, указаны мероприятия по снижению неопределенностей в части данных критериев. Данные расчеты станут основой для оценки рисков инвестиционного проектирования методом реальных опционов и проведения анализа чувствительности проекта.
- Таким образом, с учетом комплексного подхода в связке снижения налоговой нагрузки, проведения вышеуказанных мероприятий, а также определения основных критериев успешности, возможно получить

положительный эффект по технико-экономическим показателям от реализации проекта с целью продления работы газодобывающего промысла и жизни месторождения в целом.

Использованные источники:

1. Ильинский А.А. Нефтегазовый комплекс России: проблемы и приоритеты развития, монография// СПб.: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2020.
2. Оценка рисков инвестиционных проектов: практика применения в нефтегазовой сфере [Электронный ресурс]– Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=43828221> (дата обращения: 14.09.2023).