

НАУКИ О ЗЕМЛЕ

УДК 622.276

**Бинатов Юрий Григорьевич, Краюшкина Марина Викторовна,
Краюшкин Владислав Сергеевич**

**ЭКОНОМИЧЕСКАЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РАЗРАБОТКИ
И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ
В УСЛОВИЯХ ДЕФИЦИТА МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ**

В статье даны рекомендации по формированию комплексных вариантов разработки месторождения, обосновывается экономико-экологическое регулирование при разработке и эксплуатации нефтяных месторождений.

Ключевые слова: нефтяной комплекс, капитальные вложения, эксплуатационные затраты, доход государства, накопленный дисконтированный поток наличности, экологические условия.

Binatov Yuri G., Krayushkina Marina V., Krayushkin Vladislav S.

**ECONOMIC AND ECOLOGICAL ASSESSMENT OF DEVELOPMENT AND USE
OF OIL FIELDS IN THE CONDITIONS OF DEFICIENCY
OF MINERAL RESOURCES**

The article presents recommendations about formation of complex options of development of a field are made, economical and ecological regulation during the developing and operation of oil fields locates.

Key words: oil complex, capital investments; operational expenses; the state income, the saved-up discounted stream of cash, ecological conditions.

Нефтяная промышленность России в настоящее время производит 12–14% от всей промышленной продукции, обеспечивает 17–18 % доходов федерального бюджета и более 35 % валютных поступлений. Сырьевую базу формируют более 2 200 нефтяных, нефтегазовых и нефтегазоконденсатных месторождений. Около 80 % запасов находится в 1 230 эксплуатируемых месторождениях. Степень разведанности начальных суммарных ресурсов нефти по стране в целом составляет 33 %, варьируя по отдельным районам от 0,8 до 90,8 %. В «Энергетической стратегии России на период до 2020 года» отмечается ухудшение ресурсной базы РФ, доля трудноизвлекаемых запасов в стране возросла с 36 до 55 %. Ресурсы нефти категорий С3, Д1, Д2 отнесены к меньшим по размерам и более сложно построенным месторождениям по сравнению с разведанными запасами. Главными причинами ухудшения состояния сырьевой базы является естественное истощение недр и резкое сокращение объема инвестиций, направляемых в эту сферу.

Материальной основой функционирования нефтяного комплекса является природно-сырьевая база нефтедобычи, которая в старых нефтепромысловых регионах юга России находится в критическом состоянии. Это можно проследить на примере месторождений Ставропольского края. В частности разведанность начальных балансовых запасов (в объеме 530 млн. т) не превышает 40 %. При этом остаточные текущие запасы составляют всего около 50 млн. тонн, из которых до 60 % – трудноизвлекаемые. [1, с. 63]

Потенциал геологических запасов в первые годы освоения природно-сырьевой базы без больших капитальных затрат обеспечивал ежегодно 7 млн. тонн сырой нефти, но в результате увеличения обводненности продукции в процессе эксплуатации нефтяных месторождений и ис-

тощения промышленных активных запасов, разрушения материально-технической базы добыча нефти сократилась в 2,5 раза и к 2012 году составила чуть больше 900 млн. тонн.

Добыча нефти в Ставропольском крае с каждым годом сокращается (табл. 1).

Вместе с тем, в ближайшие пять лет в нефтегазовую отрасль Ставрополя будет вложено 15 млрд. рублей. Эти средства предполагается направить на геологоразведку, реализацию газовой программы холдинга (в том числе на утилизацию попутного нефтяного газа), развитие региональной сети АЗС «Роснефти», строительство нового топливно-заправочного комплекса в аэропорту Минеральные Воды и промышленное бурение.

Таблица 1

Динамика добычи нефти в Ставропольском крае, 1956-2014 гг.*

Годы	Добыча нефти, тыс.т	Темп роста (снижения), %		
		к 1960 г.	к 1975 г.	к предыдущему году
1956	184	11,34	2,58	–
1960	1623	100	22,79	в 8 раз
1965	4554	в 2,8 раз	63,95	в 2,8 раза
1970	6381	в 3,9 раза	89,6	140,11
1975	7121	в 4,38 раза	100	111,6
1980	6000	в 3,7 раза	84,25	84,25
1985	2668	в 1,64 раза	37,47	44,47
1990	1794	110,53	25,19	67,25
1995	908	55,94	12,75	50,61
2000	1022	62,97	14,35	112,55
2005	980	60,38	13,76	95,89
2010	957	58,96	13,44	97,65
2011	916	56,44	12,86	95,71
2012	909	59,48	12,76	99,23
2014 (проект.)	1000	61,61	14,04	110,01

*Источник: расчеты автора, данные Росстата.

Эти инвестиции позволят создать не менее 500 рабочих мест и повысить зарплату нефтяникам на 30–50%. Реализация программы разведочного бурения позволит добывать в 2014 году более 1 млн тонн нефти. Кроме того, ОАО «НК «Роснефть» будет инвестировать и развитие розничной сети АЗС в регионе, составляющей более 115 точек, которые обеспечивают около 40 % розничного рынка топлива в крае.

Авторами в данной работе обобщены и дополнены проектные решения по доработке нефтяного месторождения, расположенного на территории Нефтекумского района Ставропольского края. При этом использованы выполненные расчеты основных показателей по рассматриваемым вариантам разработки отдельных объектов данного месторождения. По результатам данного исследования сделаны рекомендации по формированию комплексных вариантов разработки месторождения, которые проверяются и окончательно подтверждаются оценкой показателей эффективности.

При оценке эффективности разработки данных объектов рассмотрены следующие варианты технико-технологических параметров (табл. 2).

Таблица 2

Система основных показателей разработки исследуемого объекта по вариантам [4]

Показатели	Вариант 1	Вариант 2
	Категория запасов С ₁	
1. Система разработки	Избирательная	
Вид воздействия	Без ППД	
Плотность сетки скважин, га/скв	16	14,2
Проектный уровень добычи:		
– нефти, тыс.т	19,8	23,9
– жидкости, тыс.т	150,2	199,3
Проектный срок разработки, годы	56	67
Накопленная добыча нефти за проектный период, тыс.т	421,4	683,3
Накопленная добыча нефти с начала разработки, тыс.т	1073	1335
Коэффициент извлечения нефти, доли ед.	0,346	0,431
Фонд скважин за весь срок разработки, всего, шт.	9 (2*)	10
в том числе: – добывающих	9 (2*)	10
– нагнетательных	-	-
– прочих категорий	-	-
Средняя обводненность к концу разработки, %	98	98
Фонд скважин для бурения, всего, шт.	2*	3(1*)
в том числе: – добывающих	2*	3(1*)
– нагнетательных	-	-

*В основу расчетов положены отчетные данные о деятельности ОАО «НК «Роснефть». Применена система пересчетных коэффициентов при переводе базовых цен по ряду позиций материально-технического снабжения, выполняемых работ и услуг. Расчеты проведены без учета инфляции.

При проведении расчетов по оценке экономической эффективности разработки месторождения использована система основных показателей эффективности: чистый дисконтированный доход; внутренняя норма доходности; индекс доходности инвестиций; индекс доходности затрат; срок окупаемости; норма дисконта»; максимальный дефицит средств; рентабельный период разработки месторождения. К числу оценочных показателей относятся: капитальные вложения; эксплуатационные затраты; доход государства (налоги и платежи, отчисляемые в федеральный, региональный и местный бюджеты).

В результате проведенных расчетов технико-экономических показателей по вариантам разработки отдельных объектов нефтяного месторождения получены следующие основные результаты (табл. 3).

Для оценки эффективности разработки с учетом нестабильности внешней и внутренней среды проведен расчет чувствительности проекта к основным факторам риска. Наиболее полно отражают среду неопределенности осуществления проекта такие входные параметры расчетной экономико-математической модели, как извлекаемые запасы, цена реализации углеводородного сырья, а также уровни капитальных и эксплуатационных затрат.

Таблица 3

Основные технико-экономические показатели вариантов разработки объектов месторождения [4]

Показатели	Объект		Комплексные варианты	
	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 1	Вариант 2
Норма дисконта 10 %:				
Чистый дисконтированный доход, млн.руб.	51,10	40,39	196,84	214,92
Внутренняя норма доходности, %	40,17	31,27	-	-
Индекс доходности затрат, доли ед.	1,09	1,11	1,06	1,08
Индекс доходности инвестиций, доли ед.	1,62	1,82	1,58	1,83
Срок окупаемости, лет	4,00	5,00	7,00	1,00
Норма дисконта 15 %:				
Чистый дисконтированный доход, млн.руб.	25,55	17,67	143,30	168,08
Внутренняя норма доходности, %	40,17	31,27	-	-
Индекс доходности затрат, доли ед.	1,08	1,09	1,07	1,09
Индекс доходности инвестиций, доли ед.	1,48	1,56	1,55	1,88
Срок окупаемости, лет	4,00	6,00	7,00	1,00
Оценочные показатели:				
капитальные вложения на освоение месторождения	196,77	118,80	213	373
в т.ч. на бурение скважин, млн.руб.	103,95	64,08	140	264
эксплуатационные затраты на добычу нефти, млн.руб.	1259,92	1031,77	7523,83	6508,90
Доход государства без дисконта, млн.руб.	1329,11	1153,80	6455,90	5604,74
Доход государства (норма дисконта 10 %)	382,05	249,11	2066,27	1811,10
Доход государства (норма дисконта 15 %)	220,19	132,06	1408,19	1231,53

Исходя из этого рассчитано влияние изменения указанных показателей на основной критерий экономической эффективности варианта разработки – накопленный дисконтированный поток наличности. Диаграмма чувствительности, отражающая степень влияния факторов риска, на рекомендуемый вариант разработки месторождения показана на рисунке. Выявлено, что рекомендуемый вариант проявляет высокую устойчивость к изменению факторов внешней и внутренней среды. Основным показателем финансово-экономической эффективности разработки месторождения по варианту останется положительным при неблагоприятном изменении цены до 37 %. Объемы реализации нефти также могут быть уменьшены без ущерба для предприятия до 27 %.

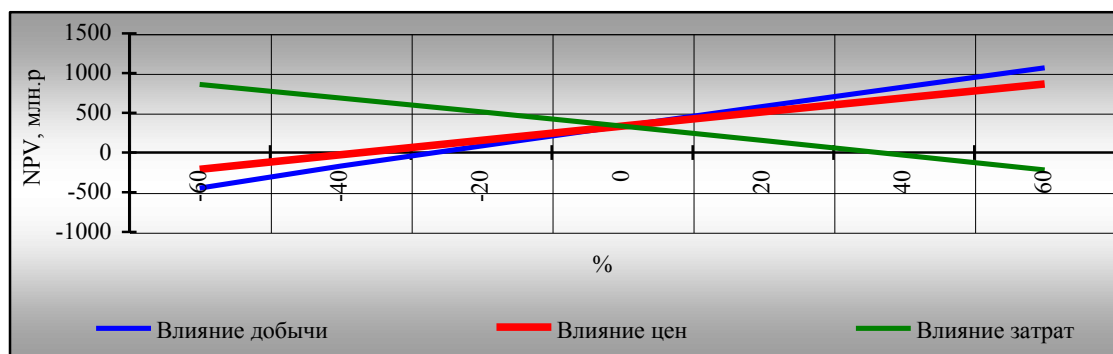


Рис. Оценка чувствительности рекомендуемого варианта разработки нефтяного месторождения

Наименьшее влияние на показатели эффективности рекомендуемого варианта оказывают капитальные и эксплуатационные затраты, показатели затрат могут быть увеличены на 36 %. Совокупное негативное изменение рассматриваемых параметров допустимо на 11%.

Ухудшение качества разрабатываемой сырьевой базы нефти, истощение фонда крупных и эффективных месторождений, исчерпание многих разведанных запасов, рост общих и удельных затрат на разведку и освоение нефтяных месторождений требуют новых подходов к развитию нефтяной промышленности. В этих условиях повышение экономической эффективности геологоразведочных работ, воспроизводство нефтедобычи, рациональное использование извлекаемых запасов возможно лишь на основе разработки новых форм и методов воздействия на воспроизводственный процесс с целью его инновационного преобразования и перевода в режим эффективного, планомерного и устойчивого развития. [2, с. 4]

Решение проблемы повышения эффективности нефтедобывающего комплекса на юге России тесно связано с необходимостью и целесообразностью внедрения инновационных технологий в нефтедобывающей отрасли. С ростом доли трудноизвлекаемых запасов нефтяная отрасль все чаще прибегает к использованию горизонтальных скважин, как наиболее эффективному методу увеличения нефтеотдачи. Однако процесс эксплуатации таких скважин связан с рядом сложностей. Нередки случаи, когда большая часть горизонтального ствола скважины вообще не работает. В результате горизонтальные скважины реализуют свой потенциал не в полном объеме (низкий КИН-коэффициент извлечения нефти) и, как следствие, государство (владелец недр) и добывающие компании несут значительные финансовые потери из-за отсутствия на рынке недорогих, эффективных, экологически безопасных технологий, помогающих вывести горизонтальные скважины на оптимальный режим эксплуатации. [3, с. 632]

Важно, чтобы устойчивость развития нефтяного сектора связывалась с решением экологических задач. В крае переходят на современные способы очистки от нефтезагрязнений.

В результате получены следующие выводы и рекомендации.

Процесс развития нефтедобычи на юге России происходит под воздействием двух противоположных тенденций: ухудшения экологических условий воспроизводства и научно-технического прогресса. Для естественных условий воспроизводства минерально-сырьевой базы четко проявляется закономерность ухудшения, выражающаяся в истощаемости фонда крупных и эффективных месторождений, в том числе расположенных в обжитых районах.

Необходимость корректировки нормативных и программных документов, нацеленных на развитие нефтяного сектора, требует совершенствования методологии разработки долгосрочных комплексных программ геологического изучения и освоения минерально-сырьевых ресурсов с учетом особенностей нефтеносных районов на основе имитационного статистического моделирования и вероятностной оценки ресурсов и запасов.

Сравнительная оценка экономической эффективности инвестиционных проектов в сфере недропользования должна включать не только абсолютные, но и специфические относительные показатели. Это позволит учесть пообъектные требования приоритетности проектов, влияние природных и экономических условий использования недр и факторов макросреды.

К основным факторам, замедляющим развитие нефтедобычи в условиях истощения его ресурсов, относятся: сокращение сырьевой базы и её качественное ухудшение, рост капиталоемкости и трудоемкости добычи нефти, дефицит инвестиций и высокий износ основных производственных фондов. Ухудшение качества разведанных запасов нефти определяет необходимость создания комплексной системы управления их рациональным использованием на основе методов увеличения нефтеотдачи, применения мер государственного регулирования и экономического стимулирования, совершенствования методов экономической эффективности разработки месторождения.

Экономико-экологическое регулирование при разработке и эксплуатации нефтяных месторождений должно быть нацелено на создание более экологичных и менее ресурсоемких технологий, совершенствования методов управления, переориентации структуры нефтедобывающего комплекса с учетом мероприятий по улучшению окружающей среды, которые должны обеспечивать большую эффективность использования нефтяных месторождений в условиях дефицита минерально-сырьевой базы и уменьшение загрязнений нефтеносной среды.

Литература

1. Ушвицкий Л. И., Бинатов Ю. Г., Дубовик И. А. Эффективность развития нефтяного комплекса юга России. Ставрополь: СевКавГТУ, 2008. 174 с.
2. Макаркин Д. Н. Развитие методологии определения экономической эффективности воспроизводства минерально-сырьевого потенциала нефтегазового комплекса: автореф. дис. ... д-ра эконом. наук. ВИЭМС. М. 2012. 39 с.
3. Черняев М. В. Инновационные экологически безопасные технологии, позволяющие повысить нефте- и газоотдачу горизонтальных нефтяных и газовых скважин // Экономика и предпринимательство. М. 2013, № 6. С. 632–635.
4. Материалы научно-технического отчета «Дополнение к проекту разработки Ковыльского месторождения». ООО «НК «Роснефть»-НТЦ». 2011. С. 125–140.

УДК 622.276.5.001.5

Васильев Владимир Андреевич, Гунькина Татьяна Александровна

МЕТОД РАСЧЕТА ЗОНЫ ДРЕНИРОВАНИЯ СКВАЖИНАМИ РАЗЛИЧНОЙ КОНФИГУРАЦИИ

В статье представлены формулы притока газа к горизонтальным, вертикальным скважинам, а также к вертикальной трещине гидроразрыва. Приведенные решения позволяют сопоставлять различные технологии повышения продуктивности скважин и предотвращения осложнений на основе единой математической модели.

Ключевые слова: зона дренирования, конфигурация скважины, коэффициенты фильтрационных сопротивлений, приток газа, математическая модель фильтрации

Vasilev Vladimir A., Gunkina Tatyana A.

METHOD OF CALCULATING DRAINAGE AREA WELLS OF DIFFERENT CONFIGURATIONS

Obtain formulas of gas inflow to the horizontal, vertical wells, as well as the vertical hydraulic fracture. The above solutions allow to compare different technologies to increase the productivity of wells and the prevention of complications based on a unified mathematical model.

Key words: drainage area, the configuration of the well, the coefficients of filtration resistance, the flow of gas, the mathematical model of filtering

Геометрия зоны дренирования зависит от типа скважины и ее конфигурации: вертикальная, наклонная, горизонтальная, с расширенным стволом, с трещиной гидроразрыва и др.

Для построения поля скоростей и давлений в зоне дренирования широко используются численные методы интегрирования уравнения фильтрации в двух и трехмерном пространстве. В конечном итоге устанавливается зависимость дебита скважины от депрессии на пласт.

Однако, предлагаемые рядом авторов приближенные формулы дают вполне приемлемые результаты в сравнении с численными методами.

Многие аналитические решения основаны на использовании плоской модели фильтрационных потоков. Для решения каждой из плоских задач используется метод отображения источников и стоков, эквивалентных сопротивлений, метод комплексного потенциала и другие. Широкое применение нашел метод схематизации зоны дренирования эллипсоидальной формой.

В работе [1] приведено решение задачи о притоке газа к *горизонтальной скважине*, расположенной симметрично в изотропном пласте постоянной толщины. Форма зоны дренирования принята эллипсоидальной.

Газодинамические исследования газовых скважин подтверждают нелинейную зависимость дебита от депрессии на пласт.