

УДК (550.8+622+336.221):552.578.3(571.5)

DOI: 10.17223/19988648/40/7

Д.В. Миляев, А.Д. Савельева

## ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВНОСТИ ОСВОЕНИЯ СЛАНЦЕВОЙ НЕФТИ КУОНАМСКОЙ СВИТЫ ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

*На основе анализа геолого-физических свойств залежей куонамской свиты Восточной Сибири было произведено условное выделение участков черносланцевых отложений и определен первоочередной участок постановки тестового полигона для апробации технологий разработки «нетрадиционной» нефти; сформулирован критерий экономической эффективности и на основании его проведена оценка рентабельности разработки залежей куонамской свиты Восточной Сибири.*

*Ключевые слова: нефть, газ, запасы, ресурсы, углеводородное сырьё, Восточная Сибирь, Сибирская платформа, геолого-разведочные работы, добыча, участок недр, сланцевая нефть, куонамская свита, налогообложение.*

Россия является ведущим участником мирового энергетического рынка: нефтяная отрасль нашей страны обеспечивает значительную долю в объеме поставок нефти, а также нефтепродуктов преимущественно с низкой глубиной переработки в Европу и Азиатско-Тихоокеанский регион [1]. Сохранение объемов добычи является ключевым условием наполнения бюджета России и отстаивания геополитических интересов.

Несмотря на внушительный объем запасов углеводородов, большая их часть уже относится к разряду «трудноизвлекаемых» [2]. И, по мнению экспертов, у России есть все шансы стать мировым лидером по добыче «нетрадиционной» нефти, характеризующейся высокой вязкостью, извлеченной из низкопроницаемых пород или сланцев: баженовской, куонамской, доманиковской, абалакской и хадумской свит. По разным источникам, ресурсы сланцевой нефти в стране составляют около 20–30 млрд т, а это уже превышает 60% [3] от всего нефтересурсного потенциала России.

Запасы сланцевой нефти куонамской свиты, которой посвящена настоящая работа, являются «трудноизвлекаемыми» из-за особых физических свойств. Извлечь такие запасы возможно только с применением специальных дорогостоящих технологий, развитие которых находится на начальном этапе. Как следствие, добыча потребует больших материальных затрат, труда и будет сопряжена с риском неполучения ожидаемых притоков, коэффициентов извлечения, товарных качеств нефти. По оценке Министерства энергетики РФ, себестоимость сланцевой нефти может оказаться втрое выше, чем традиционной, которая по состоянию на 2017 г. составляет от 6 до 16 долл. за баррель в зависимости от этапа разработки [4].

Еще одной сложностью при проектировании освоения сланцевых запасов является необходимость в предельной точности расчетов. Изыскание наиболее рационального с экономической и технологической точек зрения способа

разработки месторождений сланцевой нефти – на сегодня одна из важнейших задач отрасли.

### ***Современное состояние развития технологий добычи сланцевых углеводородов***

Актуальные в настоящее время исследования в области разработки и тестирования различных методов извлечения нефти из нефтеносных сланцев направлены на создание технологии добычи с более высоким извлечением ресурсов, снижение затрат энергии в процессе дистилляции нефти, обеспечение охраны окружающей среды и грунтовых вод.

В своей работе [5] А.А. Арутюнов и В.Т. Арутюнов отмечают, что углеводороды в сланцевых однотипных залежах находятся в твердом или в жидком состоянии в порах коллектора, а добыча основана либо на гибридном гидроразрыве пласта (для нефти низкопроницаемых пород), либо на термических методах воздействия на пласт (для нефтяного сланца, сланцевой нефти и реже – для нефти низкопроницаемых пород). Существует два способа извлечения сланцевой нефти (рис. 1):

- наружный ретортинг (ex-situ), когда добытый сланец перерабатывается на поверхности;

- внутрипластовый ретортинг (in-situ).

Поверхностный ретортинг подразделяется на три основных типа:

1. Непрямой ретортинг подразумевает пиролиз нефтяного сланца за счет нагрева, причем в качестве теплоносителя используется природный газ.

2. Прямой ретортинг, когда природный газ закачивается непосредственно в реторту, разогревая подаваемый туда же измельченный сланец.

3. Смешанный (комбинированный) ретортинг совмещает оба этих метода, наиболее эффективный из перечисленных и используется для большинства проектов по добыче нефти из сланцевых формаций.

Более современными, экологичными и энергоэффективными методами считаются методы внутрипластового ретортинга сланцевой нефти. Эта группа методов (in-situ) предполагает добычу нефти из керогена без подъема породы на поверхность. Она включает как модифицированную, так и добычу нефти из керогена непосредственно из сланцевого пласта (true in-situ). Суть модифицированного (modified in-situ) метода заключается в добыче сланцевой породы непосредственно из пласта, ее частичный внутрипластовый ретортинг с дальнейшей переработкой на поверхности. Наиболее перспективным является метод true in-situ, поскольку позволит вести экономически эффективную добычу нефти на больших (по сравнению с описанными выше методами) глубинах [6].

События, произошедшие в США, именуемые «сланцевой революцией», убедили весь мир в том, что извлекать «нетрадиционную» нефть с выгодой все же можно. Имеются оценки, согласно которым к 2017 г. минимальная (для отдельных типов формаций) себестоимость добычи сланцевой нефти в США снизилась до 20 долл. за баррель при цене на нефть марки Brent более 45 долл. за баррель, таким образом, приблизившись к стоимости добычи неф-

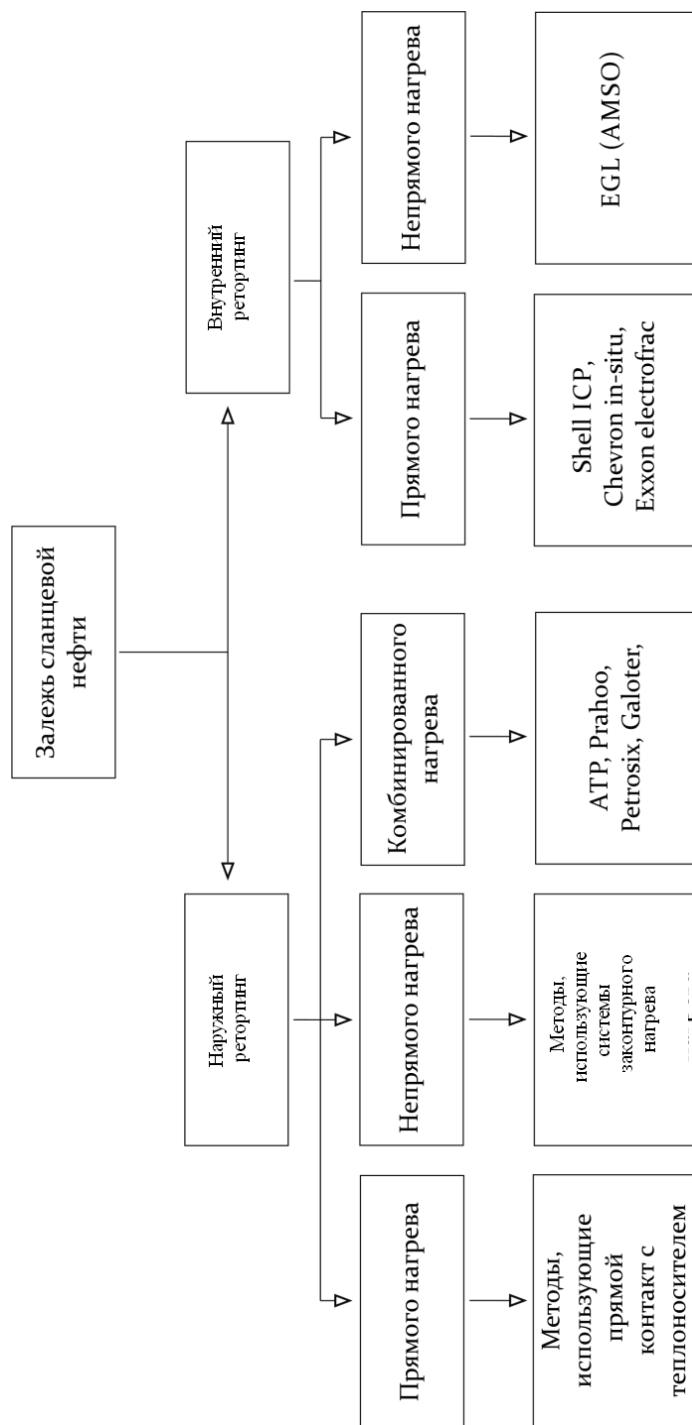


Рис. 1. Схема процессов обработки сланцевых перспективных участков для получения нефтяного сырья [5]

ти обычным способом [4]. По данным норвежской Rystad Energy – одной из ведущих консалтинговых компаний мира в энергетическом секторе, в 2016 г. себестоимость добычи сланцевой нефти в США в среднем составила 34,9 \$/барр. Переходя к 2017 г., аналитики Rystad Energy прогнозируют увеличение себестоимости добычи сланцевой нефти в США на 1,6 \$/барр. в связи с ростом затрат в нефтесервисном секторе [7].

В России основные перспективы добычи нефти из керогена, в частности нефти куонамской свиты, связывают с in-situ процессами, но пока компании находятся на начальной стадии разработки технологий или на этапе их пилотного тестирования. Принимая во внимание высокий темп развития технологий и «эффект обучения»<sup>1</sup>, можно ожидать стремительное снижение себестоимости добычи «трудной» нефти по мере увеличения инвестиций в НИОКР и вовлечения запасов в эксплуатацию.

### ***Сланцевая нефть в России***

Как отмечалось выше, в Российской Федерации приоритетным направлением прикладных исследований и разработок в сфере добычи из нетрадиционных источников углеводородов является сланцевая нефть. Особенно значимыми в отношении поисков «сланцевых» углеводородов являются регионально развитые «сланцевые» формации, происхождение которых обусловлено длительно существующими условиями некомпенсированного осадконакопления.

Наибольшие перспективы в России связывают с баженовской свитой Западной Сибири, куонамской свитой Восточной Сибири, доманиковской свитой в Урало-Поволжье и рядом других геологических формаций (рис. 2). В статье «Сланец и не только. Российские «проекты будущего» по добыче трудноизвлекаемой нефти» информационно-аналитического проекта «Однако» отмечается, что при оценке технически извлекаемых ресурсов трудноизвлекаемой нефти в России ЕИА (Энергетическая информационная администрация – независимое агентство в составе федеральной статистической системы США, в сферу деятельности которого входит аккумуляция, анализ и распространение информации об энергии и энергетике) приняла во внимание только баженовскую свиту 10 млрд т (74,6 млрд барр.) извлекаемых ресурсов [9], доманиковская и куонамская свиты также указаны в качестве объектов добычи трудноизвлекаемой нефти, но оценка ресурсов не представлена.

Куонамская свита в восточной части Сибирской платформы близка по геологической природе к баженовской и также считается уникальным объектом с высоким потенциалом нефтеносности (табл. 1). Мощность отложений от 25 до 150 м, ресурсы нефти составляют от 700 млн т (ВНИГНИ, 2011) до 15 000 млн т (СНИИГТиМС, 2017) [10]. Основной потенциал куонамской свиты связан с керогеном. Тяжелые орографические и климатические условия

---

<sup>1</sup> Под эффектом обучения в данном контексте понимается сокращение издержек и трудозатрат, сопутствующее накоплению опыта и знаний, инвестированию в НИОКР, организации профессиональных консорциумов, внедрению и тиражированию новых технологий [8].



Рис. 2. Обзорная карта распространения сланцев на территории Российской Федерации [10]

Таблица 1. Прогнозные перспективные участки куонамской свиты

Участок	Площадь, км <sup>2</sup>	Толщина пород куонамского комплекса, м	Толщина обогащенных Сорг сланцев (> 5% на породу), м	Прогнозные пластовые температуры, °С	Толщина перекрывающей среднекембрийской толщи, м	Прогнозные плотности геол. ресурсов, тыс. т/км <sup>2</sup>	Суммарные нач. геол. ресурсы, млн т
1. Нижнеленский	5029	40–45	10–15	20–25	400–600	20–75	298
2. Верхнемунский	7346	25–30	12–15	0–5	200–300	20–75	400
3. Айхальский	15606	100–120	5–10	5–10	300–500	20–75	847
4. Мархино-Тюннский	16432	25–56	10–18	5–35	350–500	20–75	757
5. Северо-Линденский	11846	40–50	12–20	5–40	200–300	20–75	574
6. Среднетюннский	15699	50–60	12–20	30–80	400–800	50–100	1834
7. Верхнесинский	8537	60–125	2–10	10–40	200–600	20–100	434
8. Центральнo-якутский	13103	60–80	15–25	20–40	50–300	20–100	763
9. Хандыгский	3889	50–150	5–10	60–80	1500–2000	20–100	189
10. Алдано-Амгинский	10531	30–40	5–10	10–20	300–800	10–75	420
11. Алданский	6372	30–40	8–12	20–25	800–1400	20–75	394

Источник: данные и расчеты специалистов СНИИГТиМС.

региона, а также отсутствие опыта работы российских компаний с таким типом углеводородов не позволяют рассчитывать на начало добычи нефти и газа из куонамской свиты в ближайшее время. Определенные надежды возлагаются на привлечение транснациональных компаний и западных научных школ к адаптации известных технологий разработки нетрадиционных месторождений нефти к российским проектам [9], несмотря на трудности, вызванные установленными со стороны ЕС и США секторальными санкциями.

По имеющимся данным, экспертами СНИИГГиМС было произведено условное выделение 11 участков черносланцевых отложений куонамского комплекса, которые далее были использованы для прогнозных построений и расчетов: Нижнеленский, Верхнемунский, Айхальский, Мархино-Тюнгский, Северо-Линденский, Среднетюнгский, Верхнесинский, Центральнаякутский, Хандыгский, Алдано-Амгинский, Алданский (рис. 3) [10]. Общая площадь выделенных границ составила 114 тыс. км<sup>2</sup>, суммарные начальные геологические запасы – почти 7 млрд т (см. табл. 1). Геологами АО «СНИИГГиМС» в 2016 г. в рамках государственного контракта [10] выполнен объемный комплекс работ по изучению пород куонамского типа, включающий исследования стратиграфии этих отложений, палеогеографии, литофациального состава, металлогении, выполнение объемно-генетических расчетов и отображения на картах интенсивной генерации и эмиграции жидких углеводородов.

В результате был определен первоочередной участок для изучения – Центральнаякутский, выбранный по совокупности критериев: толщина обогащенных сланцев, пластовая температура, плотность ресурсов, толщина перекрывающей среднекембрийской толщи, глубина залегания, удаленность от действующего нефтепровода и инфраструктура. Перед авторами статьи была поставлена задача: выполнить геолого-экономический анализ возможности разработки куонамских отложений в пределах обозначенного участка.

### ***Разработка экономических критериев эффективности и учета риска***

В условиях, когда до настоящего времени не апробирована ни одна технология разработки куонамских отложений, для обозначенной задачи не применим классический доходный подход. Это связано с невозможностью сколько-либо достоверно спрогнозировать динамику производственных процессов и, соответственно, денежных потоков. Специалистами СНИИГГиМС была предпринята попытка разработки качественных и количественных критериев безубыточности технологии разработки куонамских отложений. Совокупность этих критериев представляет собой систему условий и ограничений, в рамках которой освоение объектов куонамской свиты характеризуется неотрицательной отдачей от вложенных инвестиций.

В основе разработки экономических критериев лежит анализ структуры цены на нефть, т.е. выделение в составе удельной выручки составляющих затрат и отчислений. Многолетний опыт авторов показывает, что в Российской Федерации для типовых лицензий на право пользования недрами, не содержащими трудноизвлекаемые запасы (ТРИЗ), более 70% выручки направляется на уплату налогов, 5,6% – на капитальные вложения, почти 20% –

на операционные расходы по добыче и транспортировке. Оставшиеся 3,1% составляют чистую прибыль недропользователя.

В целях выработки искомого критерия предлагается аналогичным образом смоделировать структуру цены на нефть куонамской свиты и на основе этого получить условия, необходимые для рентабельного освоения.

В первую очередь должны быть выделены составляющие, которые могут быть количественно оценены с высокой степенью точности:

- затраты на геолого-разведочные работы в составе капитальных затрат;
- затраты на транспортировку сырья (в части строительства нефтепровода – в составе капитальных затрат, в части перекачки нефти – в составе операционных расходов);
- налоги и платежи в бюджет РФ.

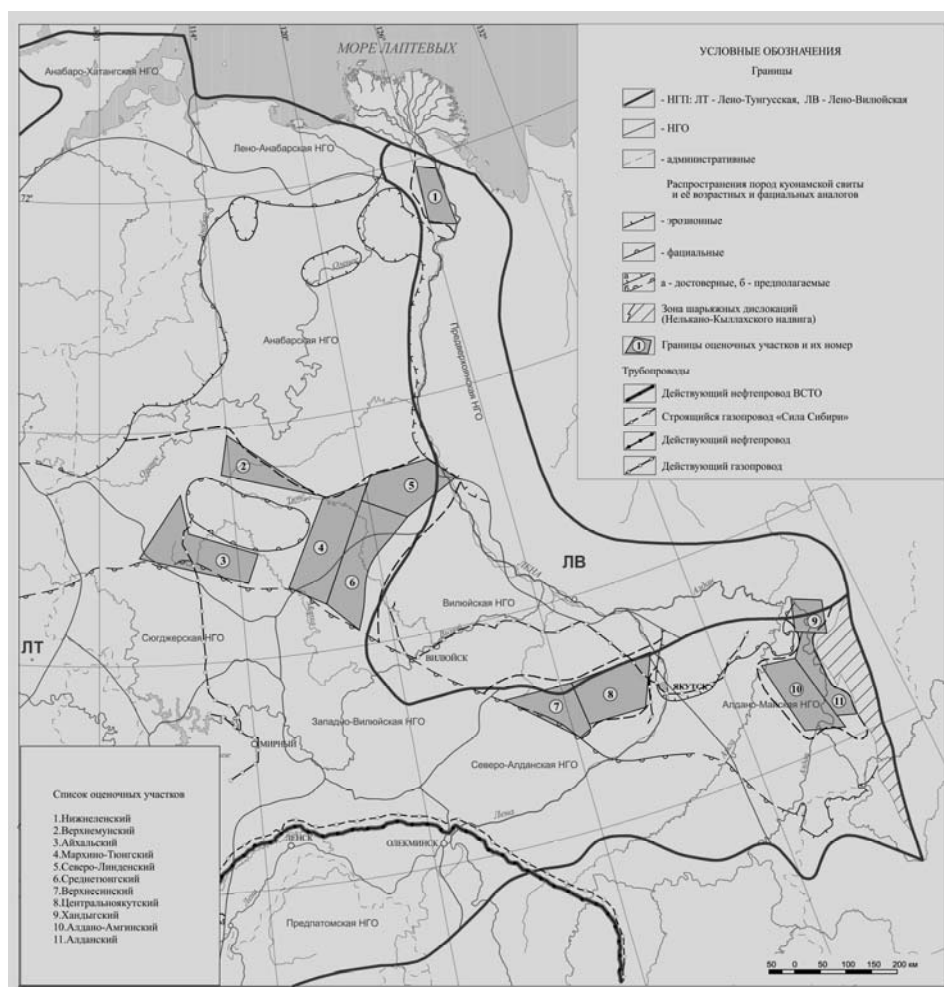


Рис. 3. Карта оценочных перспективных территорий распространения куонамского комплекса отложений Западной Якутии



Остаток свободных средств, сформированный после вычета перечисленных элементов, должен как минимум покрывать прочие капитальные и операционные затраты на разработку, чтобы обеспечить безубыточность освоения.

Ниже представлена последовательность вычисления искомого критерия эффективности для конкретного участка недр.

#### 1. Сценарные условия

Проведение реальных работ в отношении куонамской свиты скорее всего вероятно в рамках тестового полигона на территории с наиболее благоприятными геологическими и экономическими факторами. Для демонстрационного расчета используется Центральнаякутский участок общей площадью 13 103 км<sup>2</sup> с глубиной залегания нефти от 1 500 до 2 500 м. Объем геологических ресурсов составляет, по оценкам СНИИГГиМС, 762,6 млн т нефти.

Предполагается, что в связи с низкими промысловыми характеристиками добыча нефти за весь период освоения составит десятую часть от прогнозных ресурсов данного участка, т.е. достигнет 76,26 млн т [10]. Анализ проводится в расчете на одну добывающую скважину. По аналогии с освоением баженновской свиты авторами допускается, что добыча нефти куонамской свиты характеризуется коротким сроком службы скважины – 4 года по сравнению со средним сроком службы традиционной скважины 7–10 лет, с ежегодной отработкой 10 тыс. т нефти.

Критерий эффективности для конкретного участка недр связан с ценой реализации добытого сырья, поэтому предлагается рассмотреть три ценовых сценария, а именно: 30 \$/барр. (~14 тыс. руб./т), 45 \$/барр. (~21 тыс. руб./т) и 60 \$/барр. (~28 тыс. руб./т).

Каждому сценарию соответствует свой обменный курс и коэффициенты затрат (табл. 2). Курс доллара по отношению к рублю был принят исходя из реалий российской сырьевой экономики, в которой стоимость барреля в рублевом выражении незначительно изменяется даже при существенных колебаниях курсов валют. Коэффициент изменения затрат (относительно базового уровня, равного единице) измеряется экспертно, пропорционально изменению курса рубля к доллару США, согласно данным ФТС России и Росстата [11].

*Таблица 2. Сценарии расчета в зависимости от цены реализации сырья*

Сценарий	№ 1	№ 2	№ 3
Цена нефти, \$/барр.	30	45	60
Обменный курс, руб./\$	90	65	50
Коэффициент изменения затрат	1,2	1	0,8

*Источник:* расчеты специалистов СНИИГГиМС.

Для удобства анализа результатов вычисления проводятся как на тонну добычи, так и на добывающую скважину. Результаты тестового расчета представлены в табл. 3, их описание дано далее по тексту.

## 2. Геолого-разведочные (ГРП) работы

Рассматриваемый участок достаточно хорошо изучен сейсмически, поэтому дополнительные работы в этом направлении мы не предполагаем. Пробурены скважины поискового типа, но исследование куонамской свиты еще не проводилось. Поэтому в затратах на ГРП мы учитываем бурение дополнительных трех скважин глубиной 2 000 м для оценки интересующих нас залежей.

## 3. Налогообложение

Отчисления в бюджет состоят из налогов в цене (НДС, экспортная пошлина) и налогов в составе себестоимости (НДПИ, страховые взносы на ФОТ, обязательное страхование от несчастных случаев, платежи за пользование недрами, земельный налог и проч.), а также налога на имущество [10]. Специфика заключается в нулевой ставке НДПИ и отсутствии разового платежа за пользование недрами для целей тестового полигона, что в значительной степени сокращает налоговую нагрузку.

## 4. Транспортировка нефти

Предполагается, что добытая нефть будет предварительно подготовлена для соответствия требованиям к смеси VSTO, что позволит экспортировать её по магистральному нефтепроводу. Поэтому в затратах на транспортировку нефти мы учли капитальные вложения на строительство необходимого нефтепровода – подключения, протяженностью 400 км, диаметром 377 мм и общей стоимостью 18 трлн руб., а также эксплуатационные затраты на перекачку сырья по нему и по нефтепроводу ВСТО.

## 5. Свободный остаток денежных средств

Результаты расчета позволяют в явном виде определить свободный остаток средств в выручке, который соответствует затратам на добычу при условии нулевой прибыли (см. табл. 3). Это средства, которые недропользователь может направить на разработку.

Критерием эффективности освоения куонамской свиты является превышение величины свободного остатка над прогнозируемыми затратами на добычу. Например, проделанный нами расчет свидетельствует о том, что для освоения куонамской свиты Центральнокутского участка необходимо, чтобы при цене нефти 45 \$/барр. применяемая технология добычи укладывалась в 8 687 руб. на тонну добычи. Эта сумма должна покрыть затраты на строительство, на закачивание и обустройство скважин, на работу оборудования, персонала, на энергозатраты, на методы повышения нефтеотдачи, на подготовку нефти и т.д.

В том случае, если стоимость предлагаемой технологии добычи нефти будет выходить за расчетные границы, проект окажется нерентабельным.

Выше мы упоминали, что стоимость добычи сланцевой нефти в США в 2017 г. прогнозируется на уровне 36,5 \$/барр. [7]. Что касается результатов нашего расчета, то при текущей цене на нефть 49,3 \$/барр. наиболее реалистичным является сценарий № 2 (45 \$/барр.) со значением свободного остатка денежных средств 18,3 \$/барр. Очевидно, что в сложившихся конъюнктурных, экономических и налоговых условиях проект разработки окажется нерентабельным. Стоит также отметить, что даже если цена на нефть поднимется до 60 \$/барр. (сценарий № 3), при которой свободный остаток составля-

Таблица 3. Модельный расчет структуры цены на нефть при освоении куонамской свиты Центральнаякутского участка

		Расчётные показатели					
		На тонну добычи, руб./т			На скважину, млн руб./скв.		
Сценарий		№ 1 30\$/ барр.	№ 2 45\$/ба рр.	№ 3 60\$/6 арр.	№ 1 30\$/ барр.	№ 2 45\$/ барр.	№ 3 60\$/ барр.
Цена нефти, руб./т		19710	213525	21900	19710	213525	21900
Курс руб./\$		90	65	50	90	65	50
Коэффициент затрат, доли ед.		1,2	1	0,8	1,2	1	0,8
<b>Выручка</b>		<b>19710</b>	<b>21353</b>	<b>21900</b>	<b>788,4</b>	<b>854,1</b>	<b>876,0</b>
<b>ГРП</b> (бурение и испытание трех глубоких скважин)		<b>13</b>	<b>11</b>	<b>9</b>	<b>0,53</b>	<b>0,44</b>	<b>0,35</b>
<b>Налоги</b> (отчисления в бюджет за весь период освоения), в т.ч.:		<b>6 811</b>	<b>8 195</b>	<b>8 825</b>	<b>275</b>	<b>331</b>	<b>356</b>
налоги в цене	НДС в выручке	3 007	3 257	3 341	120,3	130,3	133,6
	экспортная пошлина	3 614	4 745	5 293	144,5	189,8	211,7
	акциз	0	0	0	0	0	0
налоги в себестоимости	страховые взносы на ФОТ	57	57	57	2,277	2,277	2,277
	НДПИ	0	0	0	0	0	0
	страхование от несчастных случаев	2	2	2	0,06	0,06	0,06
	за пользование недрами	0,05	0,05	0,05	0,004	0,004	0,004
	за землю	0,02	0,02	0,02	0,001	0,001	0,001
	прочие	131	134	133	7,9	8,5	8,8
	налог на имущество за весь период	1	1	1	0,01	0,01	0,01
<b>Затраты на транспортировку нефти:</b>		<b>4935</b>	<b>4460</b>	<b>3984</b>	<b>197,42</b>	<b>178,39</b>	<b>159,36</b>
капитальные вложения в строительство нефтепровода-подключения		170	142	113	6,8	5,7	4,5
эксплуатационные затраты на транспорт нефти по нефтепроводу-подключению		2081	2081	2081	83,2	83,2	83,2
эксплуатационные затраты на транспорт нефти по ВСТО		2684	2237	1790	107,4	89,5	71,6
<b>Суммарные затраты (налоги, затраты на ГРП и транспортировку)</b>		<b>11759</b>	<b>12666</b>	<b>12818</b>	<b>473,0</b>	<b>509,8</b>	<b>516,1</b>
<b>Свободный остаток средств (после учета налогов, затрат на ГРП и транспортировку)</b>		<b>7951</b>	<b>8687</b>	<b>9082</b>	<b>315,4</b>	<b>344,3</b>	<b>359,9</b>

Источник: расчеты специалистов СНИИГ иМС.

ет 24,9 \$/барр., добыча сланцевой нефти куонамской формации в России все равно останется за порогом рентабельности. С одной стороны, это свидетельствует о необходимости поиска менее дорогостоящих технологических решений, с другой – о целесообразности дополнительного льготирования, например, за счёт снижения экспортной пошлины хотя бы для тестовых полигонов по разработке ТРИЗ.

В дополнение к вышеописанным результатам авторы постарались выделить в составе расчетных значений свободного остатка отдельные элементы затрат, неразрывно связанных с технологическим процессом разработки залежей: на бурение скважин, на промысловое строительство, на оплату труда персонала и на эксплуатационные мероприятия, включая методы обеспечения притока и повышения нефтеотдачи, на затраты энергии и проч.

Так, фонд оплаты труда был определен в размере 3 млн руб. в год в расчёте на одну добывающую скважину, т.е. 12 млн руб. за четырёхлетний период полной отработки скважины. Капитальные затраты, направляемые на бурение скважин и промысловое строительство, были оценены на основе экономических нормативов технологической схемы разработки Северо-Талаканского месторождения. При этом затраты были индексированы к ценам текущего года с использованием цепного индекса цен на производство машин и оборудования для добычи полезных ископаемых и строительства за период с 2012 по 2017 г. (табл. 4).

**Таблица 4. Структура остатка средств, направляемого непосредственно на добычу нефти куонамской свиты Центральнокутского участка**

Сценарий	Расчетные показатели					
	На тонну добычи, руб./т			На скважину, млн руб./скв.		
	№ 1 30\$/барр.	№ 2 45\$/барр.	№ 3 60\$/барр.	№ 1 30\$/барр.	№ 2 45\$/барр.	№ 3 60\$/барр.
Капитальные затраты на бурение скважин	2051	1709	1367	82,0	68,4	54,7
Капитальные затраты на промысловое строительство	2696	1842	1473	107,8	73,7	58,9
ФОТ	300	300	300	12,0	12,0	12,0
<b>Верхний предел эксплуатационных затрат</b>	<b>2 904</b>	<b>4 836</b>	<b>5 941</b>	<b>113,5</b>	<b>190,3</b>	<b>234,2</b>

Источник: расчеты специалистов СНИИГГиМС.

Единственный неоцененный показатель – это затраты на эксплуатационные мероприятия, непосредственно сопряженные с применяемой технологией добычи нефти из куонамской свиты. На данный момент нигде в мире разработка залежей нефти с соответствующими характеристиками не проводилась, следовательно, спрогнозировать затраты на их освоение не представляется возможным. Их верхний предел можно принять в качестве искомого критерия эффективности, при выполнении которого прибыль от освоения куонамской свиты не будет отрицательна.

Результатом представленного расчета является ограничение на величину затрат на эксплуатационные мероприятия: 2 904 руб./т для сценария № 1 (30 \$/барр.), 4 836 руб./т для сценария 2 (45 \$/барр.) и 5 941 руб./т для сценария № 3 (60 \$/барр.)

### Заключение

Куонамская свита в восточной части Сибирской платформы близка по геологической природе к баженовской и обладает высоким ресурсным потенциалом. Перспективы её разработки связаны с применением внутрипластового ретортинга сланцевой нефти из керогена без подъема породы на поверхность. В настоящее время российские компании находятся на начальной стадии разработки и внедрения подобных технологий.

Предложенный авторами принципиальный подход к определению критерия эффективности освоения куонамской свиты основан на анализе структуры цены на сырье в разрезе предстоящих затрат, отчислений и свободного остатка денежных средств. Модельный расчет подтвердил нерентабельность добычи сланцевой нефти куонамской свиты в современных экономических условиях. Тем не менее положительный доход может быть получен в случае снижения налоговой нагрузки и инициирования «эффекта обучения».

### Литература

1. Добыча нефти [Электронный ресурс]: информационный портал. URL: <http://vseonefti.ru/upstream/>
2. Трудноизвлекаемая нефть – будущее нефтяной отрасли [Электронный ресурс]: отраслевой информационный портал. URL: <http://novostienergetiki.ru/trudnoizvlekaemaya-neft-budushhee-neftyanoj-otrasli/>
3. *Стратегия* развития минерально-сырьевой базы Российской Федерации до 2030 года. 6 октября 2016 г.
4. Себестоимость добычи нефти по странам мира в 2017 году [Электронный ресурс]: информационный портал. URL: <http://bs-life.ru/makroekonomika/sebestoimost-dobichi-nefti2015.html>
5. Арутюнов Т.В., Арутюнов А.А. Методы и технологии выработки запасов углеводородов из сланцевых месторождений // Науч. тр. Кубан. гос. технологического ун-та. 2015. № 1.
6. *Прогноз* развития энергетики мира и России до 2040 г. М., 2014.
7. Добыча сланцевой нефти США станет дороже в 2017 году [Электронный ресурс]: информационный портал. URL: <http://www.vestifinance.ru/articles/81540>
8. Крюков В.А. О формировании системы регулирования, нацеленной на освоение более сложных и менее традиционных источников углеводородного сырья // Георесурсы. 2016. Т. 18. № 4, ч. 1. С. 261–270.
9. Сланец и не только. Российские «проекты будущего» по добыче трудноизвлекаемой нефти [Электронный ресурс]: информационный портал. URL: <http://www.odnako.org/blogs/slanec-i-ne-tolko-rossiyskie-proekti-budushchego-po-dobiche-trudnoizvlekaemoy-nefti/>
10. *Отчет* по договору об оказании профессиональных услуг № CNI-14-02-12 «Обоснование перспектив нефтегазоносности высокобитуминозных отложений доманикоидного типа (нетрадиционные источники сланцевой нефти) на основе комплексных геолого-геофизических и геохимических исследований на территории Лено-Тунгусской НПП» (Этап 2 региональных исследований). АО СНИИГГиМС, 2016.
11. *Федеральная служба государственной статистики* [Электронный ресурс]: информационный портал. URL: <http://www.gks.ru/>

**Milyaev D.V.**, Head of Department, Ph.D., Siberian Research Institute of Geology, Geophysics and Mineral Resources (JSC "SNIIGGiMS", Potaninskaya str., 6, Novosibirsk, Novosibirskreg., 630099). E-mail: mdv@sniiggims.ru

**Saveleva A.D.**, Engineer, Siberian Research Institute of Geology, Geophysics and Mineral Resources (JSC "SNIIGGiMS", Potaninskaya str., 6, Novosibirsk, Novosibirskreg., 630099) E-mail: saveleva@sniiggims.ru

#### **PERSPECTIVE EVALUATION OF THE RECLAMATION OF EASTERN SIBERIA KUONAM SUITE SHALE OIL IN MODERN CONDITIONS**

**Keywords:** Oil, gas, reserves, resources, hydrocarbons, domanic sediments, Eastern Siberia, the Siberian platform, exploration, extraction, subsurface area, shale oil, Kuonamka Formation, taxation.

The research topic applicability is due to study and evaluation of hard-to-recover hydrocarbon reserves of the Kuonam suite in the Russian Federation needs.

The purpose of the work is to review geological and geophysical properties of hydrocarbon deposits of the Kuonam suite, to assess an shale oil deposits development profitability in modern conditions with the help of the cost-effectiveness index of such deposits reclamation developed by specialists of SNIIGGiMS, to substantiate the need for setting a test range for known technologies for "unconventional" oil extraction on the sediments of the Kuonam suite.

The analysis of oil price structure was used as a research method in the context of future expenses, subtractions and free cash balance for the development of economic indicators.

Based on the analysis of the geological and physical properties of the Kuonam suite deposits in Eastern Siberia, a conventional sections separation of the black shale deposits was carried out and a primary technological test site was established to approbate the technologies for the "unconventional" oil development. The cost-effectiveness index was represented, so it made it possible to estimate the profitability of deposits exploitation of the Kuonam suite in Eastern Siberia.

#### **References**

1. Oil production [Electronic resource]: information portal. Access mode: <http://vseonefti.ru/upstream/>
2. Difficult oil - the future of the oil industry [Electronic resource]: industry information portal. - Access mode: <http://novostienergetiki.ru/trudnoizvlekaemaya-neft-budushhee-neftyanoy-otrasli/>
3. The Strategy for the Development of the Mineral Resources Base of the Russian Federation until 2030 of October 6, 2016.
4. The cost price of oil production by countries of the world in 2017" [Electronic resource]: information portal. Access mode: <http://bs-life.ru/makroekonomika/sebestoimost-dobichi-nefti2015.html>
5. Arutyunov T.V., Arutyunov A.A. Metody i tekhnologii vyrabotki zapasov uglevodorodov iz slantsevykh mestorozhdeniy // Scientific works of Kuban State Technological University - 2015. № 1.
6. Forecast of the development of the energy of the World and Russia until 2040. Moscow. 2014.
7. The production of US shale oil will become more expensive in 2017 [Electronic resource]: an information portal. Access mode: <http://www.vestifinance.ru/articles/81540>
8. Kryukov V.A. O formirovaniy sistemy regulirovaniya, natselennoy na osvoyeniye boleye slozhnykh i menyey traditsionnykh istochnikov uglevodorodnogo syr'ya [Text] // Georesources. 2016. T 18. № 4. Part 1. pp. 261-270
9. Slate and not only. Russian "projects of the future" for extracting hard-to-recover oil [Electronic resource]: information portal. Access mode: <http://www.odnako.org/blogs/slanec-i-ne-tolko-rossiyskie-proekti-budushchego-po-dobiche-trudnoizvlekaemoy-nefti/>
10. Report on the professional services agreement #CNI-14-02-12 "Justification of oil and gas potential for high bituminous deposits of the domanicoid type (unconventional sources of shale oil) on the basis of complex geological, geophysical and geochemical studies on the territory of the Leno-Tunguska NGP" (Stage 2 regional research), JSC SNIIGGiMS, 2016.

11. Federal Service of State Statistics [Electronic resource]: information portal. Access mode: <http://www.gks.ru/>

**Milyaev D., Saveleva A.** Ocenka perspektivnosti osvoeniya slancevoj nefi kuonamskoj svity Vostochnoj Sibiri v sovremennyh usloviyah [Perspective evaluation of the reclamation of Eastern Siberia Kuonam Suite shale oil in modern conditions]. Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Ekonomika – Tomsk State University Journal of Economics, 2017, no 40, pp. 68-82.