

УДК 620.9:[622.3.003.13+665.7.003.13]

Сафронов А.Ф., Соколов А.Н.

Институт проблем нефти и газа Сибирского отделения РАН (ИПНГ СО РАН), Якутск, Россия, anton.new@mail.ru

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ РАСЧЕТ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДОБЫЧИ НЕФТИ И ГАЗА И ПРОИЗВОДСТВА СВЕТЛЫХ НЕФТЕПРОДУКТОВ В РОССИИ

В настоящее время российские нефтедобывающие компании прилагают большие усилия в сфере рационального потребления энергии на промыслах, что привело к повышению энергетической эффективности как российской нефтегазодобычи в целом, так и отдельных компаний в частности. Согласно приведенным в статье расчетам энергетическая эффективность добычи нефти в России различается для разных компаний, и в 2012 г. находилась в диапазоне 20-35.

Ключевые слова: добыча нефти, добыча газа, светлые нефтепродукты, энергетическая эффективность, энергетический аудит, EROI.

В последние годы был опубликован ряд исследований, посвященных вопросу энергетической эффективности производства различных энергоресурсов. Отношение добытой энергии к затраченной определяется как энергетическая эффективность добычи энергоресурсов (EROI – Energy return on invested) [Murphy, Hall, 2010]. В этой связи следует отметить специальный выпуск швейцарского научного он-лайн журнала Sustainability в 2011 г. В этом выпуске были опубликованы результаты исследований и расчета энергетической эффективности добычи энергоресурсов в разных регионах.

Россия является крупнейшей нефтегазодобывающей страной, и поэтому представляется важным произвести расчет энергетической эффективности добычи нефти и газа в России.

В России в конце 2009 г. был принят Федеральный закон № 261-ФЗ. «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации». В том числе, в данном законе говорится о необходимости введения обязательного учета энергопотребления на промышленных предприятиях, включая нефтегазодобывающие и нефтеперерабатывающие. До принятия закона нефтегазовые компании не вели систематического учета потребленной энергии, были вынуждены внедрить практику учета потребления энергии во всех производственных секторах: разведка и добыча, транспорт, переработка. Некоторые компании в годовых отчетах предоставляют данные об энергопотреблении. На основании этих опубликованных данных имеется возможность сделать расчет EROI добычи нефти в России.

Цель данной статьи: произвести предварительный расчет энергетической эффективности добычи нефти и газа, а также производства светлых нефтепродуктов в России.

ЗНАЧИМОСТЬ EROI И МЕТОДИКА РАСЧЕТА

Идея и значимость EROI

Впервые системно о EROI (energy returned on invested) заговорил американский ученый-биолог Чарльз Холл из Нью-Йоркского университета. В 70-х годах прошлого столетия, изучая миграцию рыб, он сформулировал правило, что «хищник не может тратить больше энергии, чем получает в результате охоты». Далее, это правило Ч. Холлом и его коллегами было перенесено на добычу энергоресурсов с переформулировкой: мы не можем затрачивать на добычу энергоресурсов больше энергии, чем получаем в результате добычи. Затем идея EROI получила свое признание в среде ученых, занимающимися вопросами добычи и производства энергоресурсов.

Энергетическая эффективность (EROI) рассчитывается как отношение полученной энергии к затраченной:

$$EROI = E_{\text{п}} / E_{\text{з}} \quad (1)$$

где $E_{\text{п}}$ - энергия полученная;

$E_{\text{з}}$ - энергия затраченная на добычу (производство).

Из формулы следует, что возможны три принципиально разных случая:

1. $EROI = 1$ - на одну единицу полученной энергии пришлось затратить количество энергии равное полученной. Производство энергии состоялось с нулевым результатом и является по сути бессмысленным.

2. $EROI < 1$ - добыча (производство) энергоресурса энергетически убыточно, и поэтому неприемлемо.

3. $EROI > 1$ - добыча (производство) энергоресурса энергетически прибыльно.

Также из формулы следует, что:

- EROI не зависит от финансово-экономической деятельности предприятия. Поэтому теоретически возможна ситуация, когда финансовые показатели компании ухудшаются, но энергетическая эффективность увеличивается (или наоборот);

- значение EROI зависит от теплотворной способности энергоресурса;

- значение EROI зависит от условий залегания и технологии добычи энергоресурса;

- в случае если энергоресурс не имеет формы накопления (гидро-, ветряные, солнечные, геотермальные электростанции) то EROI зависит от технологии производства энергии на соответствующих энергетических установках.

Энергетическая эффективность добычи энергоресурсов может рассчитываться в разных точках. Как и в случае с финансовыми показателями, возможны разные варианты точки

расчета энергетической эффективности. Различия связаны с тем, какие затраты будут учитываться для каждой точки расчета.

Временными рамками расчета EROI могут являться:

- Расчет по году, где учитываются производственные данные за один год. Этот вариант подходит для отслеживания динамики показателя.

- Расчет за заданный период. Например, с начала осуществления проекта по настоящее время.

- Расчет за весь период реализации проекта. Этот вариант наилучшим образом подходит для расчета EROI ветряной, солнечной, геотермальной, гидроэнергетики.

По причине того, что легкие запасы нефти являются высокоэффективным ресурсом с точки зрения затрачиваемой на добычу энергии, то на этот аспект в прошлом веке обращалось мало внимания. Вопрос о EROI стал актуальным в связи с вовлечением в разработку трудноизвлекаемых запасов нефти, с началом разработки битуминозных песков и горючих сланцев, а также в связи с развитием направления производства топлива из биомассы. Особенно, что касается энергетической эффективности производства моторного топлива из биомассы, то на полях научных журналов не прекращаются дискуссии на эту тему. Так, разные результаты исследований различаются, начиная с отрицательной энергетической эффективности EROI 0,72 до положительной 17,8 [Hall, Dale, Pimentel, 2011]. При этом, разными экономическими механизмами можно сделать так, что производство топлива из биомассы будет экономически выгодным, но если оно будет энергетически убыточным, то такое производство является неприемлемым даже не смотря на положительный экономический результат.

В России имеются проекты освоения запасов трудноизвлекаемой «сланцевой» нефти баженовской свиты, разработки битуминозных песков, и для этих проектов расчет энергетической эффективности является необходимым.

Помимо применения EROI в качестве критерия сравнения добычи энергоресурсов, потенциально возможно применение для решения еще ряда задач.

Существуют перспективы применения EROI для выделения категории энергетически обоснованных извлекаемых запасов [Сафронов, Соколов, 2013]. Это оправданно тем, что по мере роста цен на энергоресурсы все больше запасов, которые при низких ценах считались неизвлекаемыми, будут переоцениваться как извлекаемые. Таким образом, в итоге будут иметься две оценки:

- I. Экономически обоснованные извлекаемые запасы.

- II. Энергетически обоснованные извлекаемые запасы.

Это откроет новые перспективы для более рационального подхода к освоению запасов углеводородных ископаемых (рис. 1).



Рис. 1. Соотношение геологических запасов, энергетически и экономически обоснованных извлекаемых запасов углеводородов

Необходимо будет говорить о разработке экономического механизма, который бы стимулировал компаний операторов извлекать углеводороды до предела энергетической целесообразности. В связи с этим следует упомянуть известную проблему внедрения рентного налогообложения для нефтедобывающей отрасли. В теории рассматриваются два подхода к формированию рентного налогообложения:

- производственный;
- экономический.

В связи с EROI нас интересует производственный аспект к формированию рентного налогообложения подразумевает налоговое послабление (или усиление) в зависимости от ряда факторов, характеризующих горно-геологические и экономико-географические условия месторождений.

Энергетическая эффективность может служить показателем динамики состояния добычи энергоресурсов, тем самым дополнив уже существующий набор показателей. Это может оказаться информативным в том плане, что коль скоро речь идет об энергоресурсах, то важно знать динамику не только экономической эффективности добычи, но еще и энергетической. Взятые вместе экономическая и энергетическая оценка позволит более точно охарактеризовать текущее положение и динамику добычи энергоресурсов. Например, может случиться так, что вследствие роста цен на энергоресурсы экономическая эффективность

будет увеличиваться, в то же время по причине истощения запасов энергетическая эффективность снижаться, и в этом случае именно EROI будет реально отражать складывающуюся производственную ситуацию.

В целом предполагаемые перспективы применения EROI следующие:

1. В качестве критерия сравнения энергоресурсов. В этом качестве EROI уже используется, например, компанией Шелл (Shell) при анализе технологий разработки горючих сланцев.
2. Для выделения категории энергетически обоснованных извлекаемых запасов.
3. Как один из факторов дифференциации в производственном подходе формирования рентного налогообложения нефтедобычи.
4. В качестве показателя динамики состояния добычи энергоресурсов.

Следует сказать, что учет энергозатрат на добычу нефти уже ведется как в самих компаниях, так и в рамках расчета топливного баланса России.

Методика расчета EROI добычи углеводородов

Существует два разных метода расчета EROI. Третий заключается в комбинировании первых двух [Murphy, Hall, 2010].

Первый условно можно обозначить как метод прямого учета данных энергопотребления и материалопотребления. Данный метод заключается в подсчете затраченной на добычу энергии, выраженной в энергетических единицах (кВтч, Гкал, тонны топлива и т.д.). Далее, затраченная энергия соотносится с добытым объемом энергии.

Но часто случается так, что нет данных о фактическом потреблении энергии. В этом случае можно пойти по второму пути, который можно обозначить как метод использования удельных показателей. Для этого рассчитываются удельные показатели, чаще всего удельное энергопотребление на одну единицу затрат – МДж/руб. Далее, имея общий объем капитальных и операционных затрат произведенный на промысле, рассчитывается приблизительный объем затраченной энергии.

Как было сказано выше, в 2009 г. в России был принят закон, обязывающий нефтегазовые компании вести учет потребления энергии, и по желанию публиковать в годовых отчетах результаты реализации программы энергосбережения. Поэтому, у нас имеется возможность произвести расчет EROI, используя первый подход.

Основным вопросом для расчета EROI по первому методу является что конкретно включать в энергозатраты?

Все энергозатраты условно можно разделить на «прямые» и «вспомогательные». Прямые энергозатраты выражаются в тоннах ГСМ, кВт*ч, других энергетических величинах.

Вспомогательные энергозатраты связаны с затратой энергии на производство материалов, которые необходимы для организации процесса добычи. Вспомогательные затраты возможно рассчитать через показатели удельной энергоемкости производства того или иного материала. По исследованиям британских ученых, для производства одной тонны стали «от карьера до склада готовой продукции» необходимо затратить 31250 МДж энергии, для 1 т цемента 5000 МДж [Hammond, Jones, 2008]. Таким образом, зная массу использованной стали и цемента (это основные материалы, используемые на промысле) можно посчитать вспомогательные энергозатраты. Строго говоря, на промысле используется не сталь, а изделия из стали, и на изготовление этих изделий требуется энергия сверх той, что расходуется на выплавку стали, и эту энергию необходимо учитывать, но учет этой энергии выходит за рамки данной статьи.

Схему разработки месторождения углеводородов можно изобразить следующим образом (рис. 2). На первом этапе обустройства энергозатраты и материалозатраты включают в себя подготовку участков, бурение скважин, создание инфраструктуры и т.д. На втором этапе энергозатраты связаны непосредственно с извлечением и первичной подготовкой углеводородов, а также с дополнительным обустройством месторождения. И на третьем этапе энергозатраты и материалозатраты связаны с ликвидацией промысла.

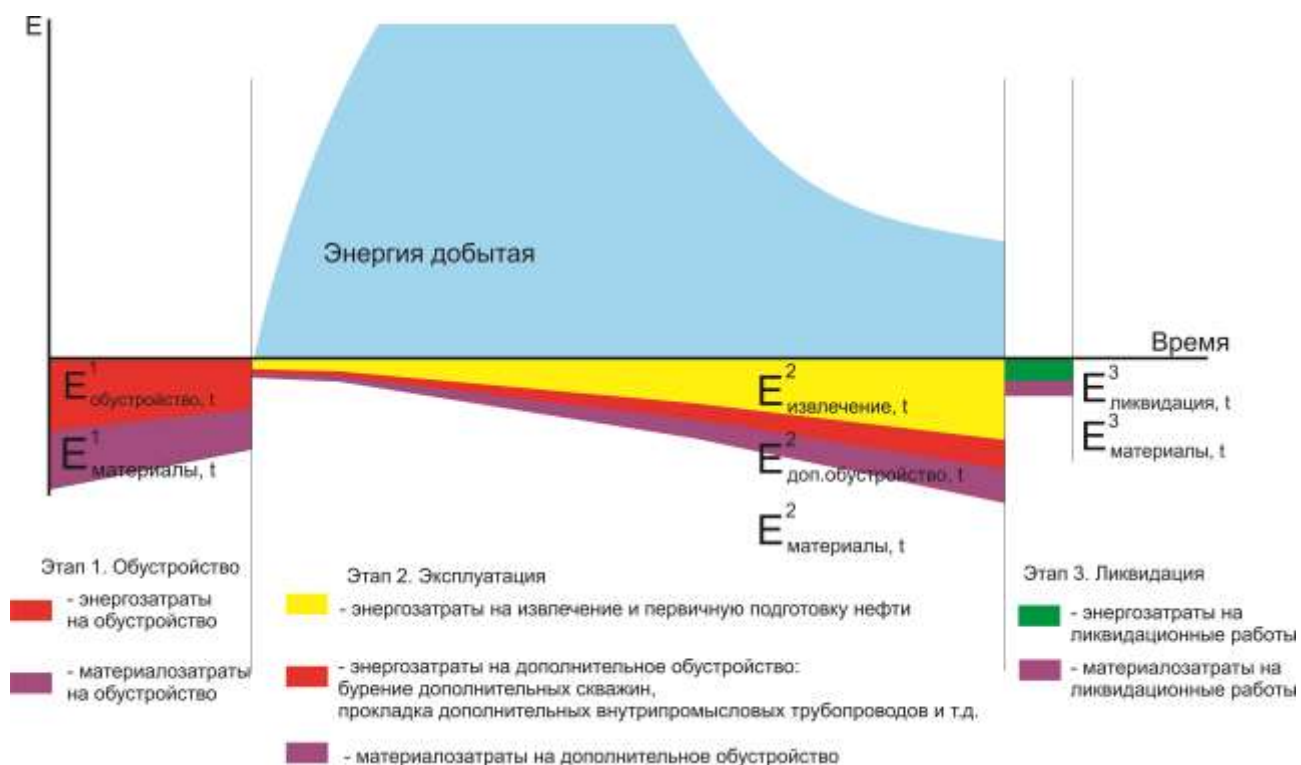


Рис. 2. Общая схема разработки месторождения углеводородов

Из этой схемы следует несколько вариантов расчета EROI на нулевом километре магистрального трубопровода.

1. EROI извлечения углеводородов по году с учетом энергозатрат только на извлечение и первичную подготовку:

$$EROI_{\text{извлечения}}(t) = E_{\text{добытая}}(t) / E^2_{\text{извлечение}}(t) \quad (2)$$

где $E_{\text{добытая}}(t)$ – энергетический эквивалент добытых углеводородов.

$E^2_{\text{извлечение}}(t)$ – энергозатраты связанные с извлечением и подготовкой углеводородов к закачке в магистральный трубопровод (поднятие жидкости, поддержка пластового давления, первичная подготовка и др.)

Показатель $EROI_{\text{извлечения}}$ отражает влияние истощения запасов на энергетическую эффективность добычи энергоресурсов. Данный показатель можно рассматривать как дополнительный к уже использующимся.

2. EROI разработки месторождения по году с учетом энергозатрат на извлечение и первичную подготовку, а также энерго- и материалозатрат на дополнительное обустройство. На стадии падающей добычи приходится бурить новые скважины и связанные с этим энергозатраты могут внести существенный вклад.

Формула расчета:

$$EROI_{\text{разработки}}(t) = \frac{E_{\text{добытая}}(t)}{E^2_{\text{извлечение}}(t) + E^2_{\text{доп.обустройства}}(t) + E^2_{\text{материалы}}(t)} \quad (3)$$

где $E_{\text{добытая}}(t)$ – энергетический эквивалент добытых углеводородов;

$E^2_{\text{извлечение}}(t)$ – энергозатраты связанные с извлечением и подготовкой углеводородов к закачке в магистральный трубопровод (поднятие жидкости, поддержка пластового давления, первичная подготовка и др.);

$E^2_{\text{доп.обустройство}}(t)$ – энергозатраты в расчетном году связанные с бурением, строительством дополнительных объектов, прокладкой трубопроводов и т.д.;

$E^2_{\text{материалы}}(t)$ – энергетический эквивалент материалов, которые были использованы в процессе дополнительного обустройства месторождения.

В отличие от $EROI_{\text{извлечения}}$ данный показатель дает более широкую оценку состояния разработки месторождения, где учитывается роль дополнительного обустройства промысла. Интенсивность дополнительного бурения может быть разной год от года, поэтому значения данного показателя могут сильно варьироваться.

3. Итоговый EROI разработки месторождения за весь период (или за заданный период времени). В этом случае учитываются все затраты на всех этапах обустройства, эксплуатации, а также ликвидационные затраты (рис. 3).

Формула расчета:

$$EROI_{\text{итоговый}} = \frac{\sum E_{\text{добытая}}}{\sum E^1 + \sum E^2 + \sum E^3} \quad (4)$$

где $\sum E^1 = \sum E^1_{\text{обустройство}} + \sum E^1_{\text{материалы}}$;

$\sum E^2 = \sum E^2_{\text{извлечение}} + \sum E^2_{\text{доп.обустройство}} + \sum E^2_{\text{материалы}}$;

$\sum E^3 = \sum E^3_{\text{ликвидация}} + \sum E^3_{\text{материалы}}$;

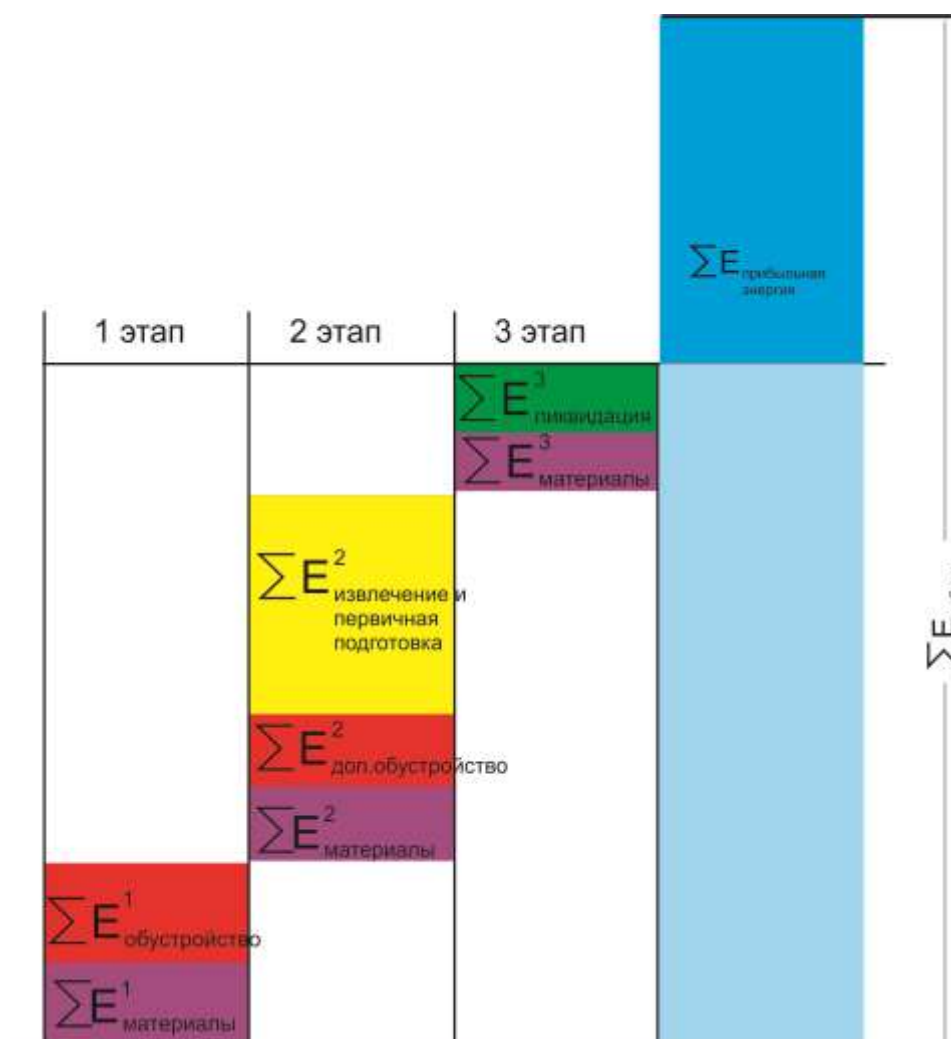


Рис. 3. Схема для расчета $EROI_{\text{итоговый}}$

Следует заметить, что $EROI_{\text{итоговый}}$ кроме разработки месторождений углеводородов, наилучшим образом подходит для оценки энергетической эффективности ветряных, солнечных, геотермальных и гидроэлектростанций, и показывает во сколько раз окупятся энергозатраты на сооружение, эксплуатацию и деконструкцию советующих объектов. Идея

расчета и этапы те же самые что и для нефтепромысла, но будут различаться суммируемые энерго- и материалозатраты.

Кроме обозначенных трех основных вариантов расчет EROI возможны промежуточные варианты. Например, если нет данных по материалозатратам, то из формулы (3) можно исключить вспомогательные энергозатраты ($E^2_{\text{материалы}}(t)$).

Методика расчет EROI производства светлых нефтепродуктов

Необходимость расчета энергетической эффективности производства светлых нефтепродуктов связана с тем, что появляются новые нетрадиционные способы производства жидкого топлива (сжижение газа и угля, топливо из биомассы). В связи с этим встает вопрос о сравнении эффективности производства моторного топлива традиционным способом и новыми.

Нефть не является продуктом конечного потребления. Основными продуктами конечного потребления, производимыми из нефти, являются бензин, дизельное топливо и авиационное топливо. Именно на этот рынок выходят новые технологии изготовления жидкого топлива.

EROI производства светлых нефтепродуктов следует рассчитывать по году. В общем случае для расчета $EROI(t)$ производства светлых нефтепродуктов необходимо учесть следующие энергозатраты (рис. 4):

- на извлечение и первичную подготовку нефти;
- на транспортировку нефти до нефтеперерабатывающего завода;
- на переработку нефти.

Месторождение	Трубопровод	НПЗ
$E^2_{\text{извлечение, t}}$	$E^T_{\text{транспортировка, t}}$	$E^{\text{НПЗ}}_{\text{переработка, t}}$
$E^2_{\text{доп.обустройство, t}}$	$E^T_{\text{доп.строительство, t}}$	$E^{\text{НПЗ}}_{\text{доп.строительство, t}}$
$E^2_{\text{материалы, t}}$	$E^T_{\text{материалы, t}}$	$E^{\text{НПЗ}}_{\text{материалы, t}}$

Рис. 4. Схема учета энергозатрат для расчета EROI производства светлых нефтепродуктов

Можно обозначить два основных варианта расчета EROI производства светлых нефтепродуктов в зависимости от полноты включения энергозатрат:

1. **EROI базовый.** Учитываются энергозатраты только $E^2_{\text{извлечение}}(t)$, $E^T_{\text{транспортировка}}(t)$ и $E^{\text{НПЗ}}_{\text{переработка}}(t)$. Формула расчета:

$$EROI_{\text{базовый}}(t) = \frac{E_{\text{светлые нефтепродукты}}(t)}{E^2_{\text{извлечение}}(t) + E^T_{\text{транспортировка}}(t) + E^{\text{НПЗ}}_{\text{переработка}}(t)} \quad (5)$$

где $E_{\text{светлые нефтепродукты}}(t)$ – энергетический эквивалент произведенных светлых нефтепродуктов;

$E^2_{\text{извлечение}}(t)$ – энергозатраты связанные с механическим извлечением жидкости, поддержкой пластового давления, первичной подготовки нефти и другими технологическими процессами, связанными с извлечением нефти;

$E^T_{\text{транспортировка}}(t)$ – энергозатраты связанные с транспортировкой нефти с промысла до НПЗ;

$E^{\text{НПЗ}}_{\text{переработка}}(t)$ – энергозатраты связанные с переработкой нефти на НПЗ.

2. **EROI полный.** Учитываются все энерго- и материалозатраты понесенные за год:

$$EROI_{\text{полный}}(t) = \frac{E_{\text{светлые нефтепродукты}}(t)}{E^2(t) + E^T(t) + E^{\text{НПЗ}}(t)} \quad (6)$$

где $E_{\text{светлые нефтепродукты}}(t)$ – энергетический эквивалент произведенных светлых нефтепродуктов;

$E^2(t) = E^2_{\text{извлечение}}(t) + E^2_{\text{доп.бустроство}}(t) + E^2_{\text{материалы}}(t)$;

$E^T(t) = E^T_{\text{транспортировка}}(t) + E^T_{\text{доп.строительство}}(t) + E^T_{\text{материалы}}(t)$;

$E^{\text{НПЗ}}(t) = E^{\text{НПЗ}}_{\text{переработка}}(t) + E^{\text{НПЗ}}_{\text{доп.строительство}}(t) + E^{\text{НПЗ}}_{\text{материалы}}(t)$.

Для целей сравнения энергетической эффективности производства моторного топлива из разных источников подходит первый вариант, для отслеживания динамики и сравнения эффективности работы разных вертикально интегрированных нефтяных компаний подходит второй вариант. Так как транспортное плечо для всех компаний разное, то возможен вариант исключения энерго- и материалозатрат связанных с транспортировкой. В этом случае мы получим оценку эффективности работы добывающих и перерабатывающих подразделений, что может в ряде случаев быть предпочтительным.

Для расчета EROI будут использоваться следующие коэффициенты пересчета одних значений в другие (табл. 1).

При расчете $EROI_{\text{базовый}}$ производства светлых нефтепродуктов следует отметить, что объем добываемой нефти не равен объему переработки. Поэтому, для корректного расчета предлагается умозрительно уравнивать объем добываемой нефти и перерабатываемой (рис. 5). После чего пропорционально уменьшить (или увеличить) значение энергозатрат. Затем рассчитать $EROI_{\text{базовый}}$ производства светлых нефтепродуктов.

Таблица 1

Коэффициенты пересчета

Название	МДж	Нефтяной эквивалент
1 т нефти	41868	1 т нэ
1 тыс. м ³ природного газа	36000	0,86 т нэ
На выработку 1 кВтч затрачивается	-	209 г нэ
На выработку 1 Гкал затрачивается	-	99,2 кг нэ
На производство 1 кг стали затрачивается	31,25	0,746 кг нэ
На производство 1 кг цемента затрачивается	5	0,119 кг нэ

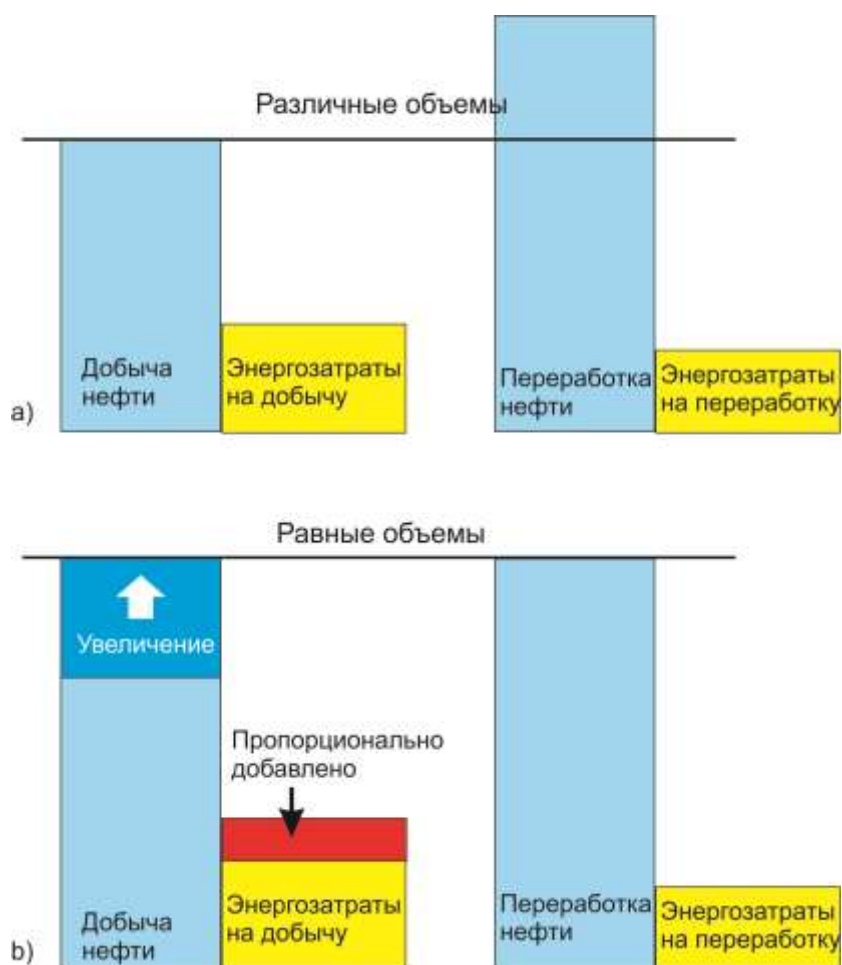


Рис. 5. Схема корректировки данных для расчета EROI производства светлых нефтепродуктов

ДАННЫЕ ДЛЯ РАСЧЕТА EROI

Данные Росстата по добыче углеводородов и энергопотреблению

В открытом доступе начиная с 2005 г. имеются данные по добыче углеводородов и энергопотреблению на добычу и транспортировку (табл. 2).

Росстат собирает всю необходимую информацию, и формирует топливно-энергетический баланс. В балансе имеется информация об объемах добычи нефти и газа, а также об объеме потребления энергии для нужд добычи.

Таблица 2

**Добыча углеводородов и энергозатраты на добычу и транспортировку в России
(тонны нефтяного эквивалента)**

Название	2005 г.	2006 г.	2007 г.	2008 г.	2009 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.
Добыча, тыс. т нэ								
Нефть	470,0	480,3	490,7	487,8	494,1	505,1	512,2	518,5
Газ	516,9	529,4	525,5	535,6	471,0	525,4	541,1	528,1
Итого	986,9	1009,6	1016,2	1023,4	965,0	1030,5	1053,3	1046,6
Потребление, тыс. т нэ								
Энергоресурс	8,9	8,9	13,1	12,3	9,5	9,1	8,5	10,1
Газ	8,8	8,7	12,7	11,7	9,2	8,7	8,3	10,0
Нефть	0,1	0,1	0,4	0,6	0,3	0,3	0,1	0,1
Продукты переработки топлива	1,6	1,9	1,6	1,5	1,1	1,5	0,8	0,7
Электроэнергия	14,2	16,4	17,1	18,5	18,9	19,7	20,8	21,7
Теплоэнергия	2,4	2,5	2,2	2,2	2,4	2,2	2,1	2,0
Итого	27,2	29,6	34,0	34,5	31,9	32,4	32,2	34,5

К сожалению, данных об объеме потребления энергии отдельно на нефтедобычу и на газодобычу нет. Также нет данных о материалопотреблении на добычу и транспортировку.

Данные из отчетов нефтедобывающих компаний

ОАО «Газпром нефть»

ОАО «Газпром нефть» - вертикально интегрированная нефтяная компания. Основными видами деятельности являются разведка, разработка, добыча и реализация нефти и газа, а также производство и сбыт нефтепродуктов. Доказанные запасы углеводородов компании по классификации SPE (PRMS) на конец 2012 г. превышают 1,2 млрд. т нэ.

Компания Газпром нефть в годовых отчетах предоставляет информацию об объеме потребленной электроэнергии и теплоэнергии в секторах «разведка и добыча» и «переработка нефти» (табл. 3) [Годовые отчеты ОАО «Газпром»].

ОАО «Роснефть»

Компания «Роснефть» является крупнейшей нефтедобывающей компанией в России. После слияния с «ТНК-ВР», «Роснефть» стала одной из крупнейших компаний в мире. Доказанные запасы нефти по классификации PRMS на конец 2012 г. составляет 2513 млн. т.

В годовых отчетах компания предоставляет значительный объем информации, но, к сожалению, уделяется мало внимания вопросам энергопотребления и энергоэффективности. В отчетах публикуется только значение энергопотребления в целом по компании, без разбивки по секторам деятельности (табл. 4) [Годовые отчеты ОАО «Роснефть»].

Таблица 3

Данные из ежегодных отчетов ОАО «Газпром нефть»

ОАО «Газпром нефть»	2010 г.	2011 г.	2012 г.
Производственные показатели (данные из отчетов)			
Добыча нефти, млн. т	31,1	31,5	32,9
Добыча газа, млрд. м ³	3,6	7,3	8,7
Переработка нефти в России, млн. т	35,1	38,1	39,2
Выход светлых продуктов, %	63%	60%	59%
Ввод скважин, шт.	765	760	708
Средний дебит действующих скважин, т/сут.		15,26	14,34
Энергозатраты по секторам			
Разведка и добыча углеводородов			
Электроэнергия, ГВтч	4 886	4 577	4 902
Теплоэнергия, тыс. Гкал	26,6	20,5	29,1
Нефтепереработка, логистика и сбыт			
Электроэнергия, ГВтч	2,88	2,99	3,12
Теплоэнергия, тыс. Гкал	3 597	3 895	4 025
Финансовые показатели			
Рентабельность по EBITDA, %	22,09	29,14	26,26
Рентабельность по чистой прибыли, %	10,45	16,28	14,97

Таблица 4

Данные из ежегодных отчетов ОАО «Роснефть»

ОАО «Роснефть»	2010 г.	2011 г.	2012 г.
Производственные показатели (данные из отчетов)			
Добыча нефти, млн. т.	115,8	118,7	122
Добыча газа, млрд. м ³	12,34	12,79	16,39
Переработка нефти в России, млн. т.	50,5	50,5	50,9
Выход светлых продуктов, %	55,8	56,6	56,7
Ввод скважин, шт.	871	1053	1183
Средний дебит действующих скважин, т/сут.	14,9	15,2	18,2
Энергозатраты всего, тыс. т. нэ.	6069,7	6304,9	6641,6
Финансовые показатели			
Рентабельность по EBITDA, %	30,5	24,4	19,8
Рентабельность по чистой прибыли, %	15,7	11,7	11,1

ОАО «Татнефть»

Компания «Татнефть» является крупной российской нефтегазовой компанией. География месторождений на территории РФ, на которых Компания в настоящее время ведет свою деятельность вне Татарстана, охватывает Самарскую, Оренбургскую, Ульяновскую области, Ненецкий автономный округ и Республику Калмыкия. Объем доказанных запасов нефти по состоянию на конец 2012 г. составляет 869 млн. т.

В 2012 г. было завершено строительство нефтеперерабатывающего завода «ТАНЭКО» мощностью 7 млн. т в год.

В отличие от других компаний, «Татнефть» в отчетах предоставляет удельное значение потребления электроэнергии на 1 т добытой нефти [Годовые отчеты ОАО «Татнефть»]. Объем

потребления теплоэнергии не предоставляется. Используя удельный показатель, мы можем сделать расчет EROI добычи углеводородов (табл. 5).

Таблица 5

Данные из ежегодных отчетов ОАО «Татнефть»

ОАО «Татнефть»	2010	2011	2012
Производственные показатели (данные из отчетов)			
Добыча нефти, млн. т.	25,8	25,9	26,005
Добыча газа, млрд. м ³	0,77	0,79	0,84
Ввод скважин, шт.	331	309	326
Средний дебит действующих скважин, т/сут.		3,8	3,8
Энергозатраты, кВтч/т нефти	118,5	117,7	116,5

Данные из отчетов газодобывающих компаний

ОАО «Газпром»

Группа компаний Газпром является лидером по запасам газа промышленных категорий среди нефтегазовых компаний мира. По результатам аудита запасов углеводородов Группы Газпром по международным стандартам по состоянию на 31 декабря 2012 г., доказанные и вероятные запасы углеводородов Группы оценены в 20,9 млрд. т н.э. [Годовые отчеты ОАО «Газпром», 2012].

Публикация данных об энергопотреблении в годовых отчетах компании началась с 2010 г. (табл. 6). В отчетах приводятся данные о потреблении энергии в целом по компании, без разделения по секторам деятельности.

Таблица 6

Данные из ежегодных отчетов ОАО «Газпром»

ОАО «Газпром»	2010	2011	2012	2013
Производственные показатели				
Газовый конденсат, млн. т.	11,3	12,1	12,8	14,7
Добыча газа, млрд. м ³	508,6	513,2	487	487
Ввод скважин, шт.	88	187	298	133
Энергозатраты всего				
Электроэнергия, ГВт*ч	15400	16900	15400	15200
Теплоэнергия, тыс. Гкал	23400	23600	25200	22600
Финансовые показатели				
Рентабельность продаж, %	32	34	27	24
Рентабельность по чистой прибыли, %	21	25	15	16

ОАО «ЯТЭК»

ОАО «Якутская топливно-энергетическая компания» занимается добычей газа на территории Республики Саха (Якутия). Добываемый компанией газ полностью потребляется внутри республики.

Основным месторождением, где ведется добыча, является Средневилюйское газоконденсатное месторождение. Объем извлекаемых запасов данного месторождения на конец 2013 г. составляет 129,8 млрд. м³ газа и 5679 тыс. т конденсата.

Средневилюйское месторождение находится в эксплуатации 28 лет. Темп извлечения газа зависит от потребностей в газе центрального региона республики. В настоящее время ежегодная добыча газа на Средневилюйском месторождении составляет порядка 1,6 млрд. м³ и 80 тыс. т конденсата. Текущий накопленный объем добычи на 1 января 2014 г. составил 32,5 млрд. м³ газа, конденсата - 1923 тыс. т.

Авторы в ходе личных интервью с представителями компании получили необходимую информацию для расчета $EROI^{разработки}$ по году и $EROI^{итоговый}$ за 28 лет эксплуатации.

По результатам лабораторных анализов свойства добываемого газа и конденсата со Средневилюйского ГКМ следующие:

- Теплота сгорания газа – 8428 Ккал/м³ или 35,4 МДж.
- Теплота сгорания конденсата – 9880 Ккал/кг или 41,5 МДж.

Всего на 1.01.2013 г. на территории Средневилюйского ГКМ пробурено 77 скважин. Для бурения одной скважины требуется 400 т топлива. В это входит подготовка территории, транспортировка бурового станка, бурение, завоз материалов. Итого, для бурения всех 77 скважины потребовалось около 30800 т топлива. Масса обсадных колонн всего составляет 22464 т стали. Необходимый объем цемента для крепления обсадной колонны в одной скважине для условий Средневилюйского месторождения составляет 250 т. Итого, на все скважины потребовалось 19250 т цемента.

Из 77 пробуренных скважин 26 было ликвидировано. На ликвидацию потребовалось 1300 т топлива и 2000 т цемента.

Масса внутрипромысловых газопроводов составляет 10180 т стали. Для прокладки газопроводов потребовалось порядка 3000 т ГСМ.

На месторождении имеется емкостной парк для хранения газового конденсата. Общий объем емкостного парка на Средневилюйском ГКМ равен 64 тыс. м³. Масса емкостного парка равна 2600 т стали.

Промысловая система подготовки газа состоит из двух установок по осушке и очистке газа. Масса первой установки 950 т стали, масса второй - 800 т стали.

Также на промысле забетонирована площадь в общей сложности 160 тыс. м². Толщина бетонного слоя составляет в среднем 30 см, для выполнения этой работы потребовалось порядка 24000 т цемента.

Все энерго- и материалозатраты в пересчете в энергетический эквивалент составляют 70 тыс. т нефтяного эквивалента (табл. 7)

Таблица 7

Материало- и энергозатраты на обустройство Средневилюйского месторождения

Материалы	Количество, т.	Нефтяной эквивалент, тыс. т
Топливо, т	35 100	36,9
Сталь всего, т	36 994	27,6
<i>Эксплуатационные колонны</i>	<i>22 464</i>	<i>16,8</i>
<i>Внутрипромысловый газопровод</i>	<i>10 180</i>	<i>7,6</i>
<i>Установка подготовки газа</i>	<i>1 750</i>	<i>1,3</i>
<i>Емкостной парк</i>	<i>2 600</i>	<i>1,9</i>
Цемент, т	43 250	5,5
Итого затрат		70

В настоящее время электроэнергия и теплоэнергия на промысле вырабатывается газотурбинными станциями, и для этих целей используется добываемый на месторождении газ. Энергозатраты прямо пропорционально зависят от объема добычи, который стабилизировался на уровне 1,6 млрд. м³ в год. Для добычи такого объема газа требуется порядка 13 млн. м³ газа. Выработанная электроэнергия и теплоэнергия идут как на технологические нужды, так и на нужды промыслового поселка. Энергозатраты, связанные с жизнеобеспечением промыслового поселка мы включим в расчет, так как это необходимые затраты, без которых промысел не сможет работать.

Кроме газа, ежегодно для производственных нужд (ремонт скважин и оборудования, транспортировка грузов и т.д.) потребляется порядка 1500 т топлива.

РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТОВ

Расчет EROI добычи и транспортировки углеводородов в России

В табл. 8 приведен расчет EROI добычи и транспортировки углеводородов по данным Росстата.

Таблица 8

EROI добычи и транспортировки углеводородов

Название	2005 г.	2006 г.	2007 г.	2008 г.	2009 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.
Производство, млн. т нэ	986,9	1 009,6	1 016,2	1 023,4	965,0	1 030,5	1 053,3	1 046,6
Потребление, млн. т нэ	27,2	29,6	34,0	34,5	31,9	32,4	32,2	34,5
EROI_{разраб и трансп}	36	34	30	30	30	32	33	30

Очевидно, что по мере извлечения запасов, увеличиваются энергетические затраты на добычу. Рост энергозатрат в свою очередь приводит к снижению EROI. Это полностью согласуется с тем, что до 2008 г. EROI снижался (рис. 6). Но после 2008 г. EROI увеличился с 30 до 33.

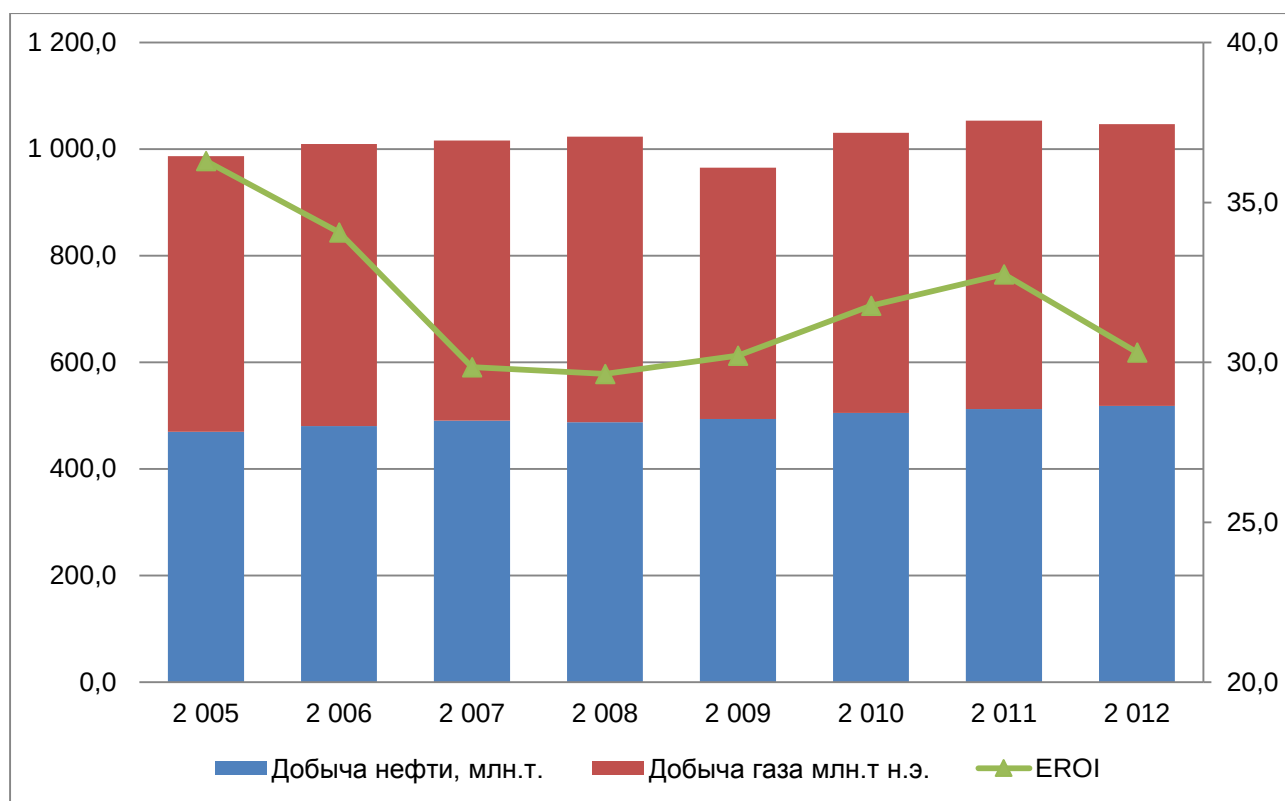


Рис. 6. Добыча углеводородов в России и энергетическая эффективность добычи
(данные: Росстат, расчет авторов)

По мнению авторов, такое увеличение связано с активным внедрением стратегий повышения эффективности добычи в нефтегазовых компаниях. В 2012 г. произошло снижение EROI до 30, что связано со снижением EROI добычи газа.

Расчет EROI добычи нефти и производства светлых нефтепродуктов

ОАО «Газпром нефть»

На основании отчетных данных можно произвести расчет EROI разработки месторождений и EROI производства светлых нефтепродуктов (табл. 9).

Энергетическая эффективность добычи углеводородов компанией «Газпром нефть» в 2012 г. составила 35,4 и данный показатель растет с 2010 г. При одновременном росте объемов добычи, это означает, что компания успешно справляется с задачей повышения энергоэффективности добычи углеводородов.

Из приведенных данных видно, что рентабельность по EBITDA и рентабельность по чистой прибыли в 2012 г. снизились, при этом $EROI_{\text{разработки}}$ имеет тенденцию к увеличению. Это означает, что сектор добычи улучшает свои показатели, а снижение рентабельности связано либо с финансовым менеджментом, либо с рыночной конъюнктурой. Отсюда следует, что EROI не дублирует финансовые показатели рентабельности: финансовые

показатели отражают деятельность всей компании в целом, тогда как EROI отражает эффективность производственной деятельности.

Таблица 9

Расчет EROI^{разработки} и EROI^{базовый}

ОАО «Газпром нефть»	2010 г.	2011 г.	2012 г.
EROI^{разработки}			
Добыча углеводородов, тыс. т. нэ. (нефть + газ)	34196	37778	40382
Энергозатраты сектора «разведка и добыча», тыс. т. нэ.	1023,8	958,6	1027,4
Потребление стали, тыс. т.	137,7	136,8	127,4
Потребление цемента, тыс. т.	153	152	141,6
Потребление стали, тыс. т. нэ.	102,7	102,1	95,1
Потребление цемента, тыс. т. нэ.	18,2	18,1	16,9
EROI (1,1 / (1,2 + 1,5 + 1,6))	29,9	35,0	35,4
EROI^{базовый} производства светлых нефтепродуктов			
Условная добыча нефти (равное объему переработки), тыс. т. нэ.	35100	38100	39200
Энергозатраты сектора «разведка и добыча», тыс. т. нэ. (пропорционально увеличенные)	1155,5	1159,5	1224,1
Энергозатраты сектора «нефтепереработка, логистика и сбыт», тыс. т. нэ.	357	387	399
Выход светлых нефтепродуктов %	63	60	59
EROI (2,1 * 2,4 / (2,2 + 2,3))	14,6	14,8	14,2
Финансовые показатели			
Рентабельность по EBITDA, %	22,1	29,1	26,3
Рентабельность по чистой прибыли, %	10,5	16,3	14,9

ОАО «Роснефть»

На основании отчетных данных можно произвести расчет EROI разработки месторождений и EROI производства светлых нефтепродуктов (табл. 10).

Как видно из расчетов, энергетическая эффективность добычи углеводородов имеет незначительную тенденцию к снижению при том, что компания прилагает большие усилия по обеспечению энергоэффективности. В то же время произошло существенное ухудшение показателей финансовой рентабельности.

Исходя из того, что EROI^{разработки} снижается не столь существенно, можно сделать вывод, что сильное снижение финансовой рентабельности происходит не по причине снижения эффективности работы секторов добычи, транспортировки и переработки.

ОАО «Татнефть»

На основании отчетных данных можно произвести расчет EROI разработки месторождений и EROI производства светлых нефтепродуктов (табл. 11). В отчетах компании отмечается, что особое внимание уделяется вопросам энергоэффективности. Меры, предпринимаемые компанией достаточны для того, чтобы удельное потребление

электроэнергии снижалось, что в итоге отражается в том, что наблюдается тенденция увеличения EROI. Тем не менее, как уже было отмечено выше, чтобы сделать однозначный вывод, информации явно недостаточно.

Таблица 10

Расчет EROI_{разработки} и EROI_{базовый}

ОАО «Роснефть»	2010 г.	2011 г.	2012 г.
EROI_{разработки}			
Добыча углеводородов, тыс. т. нэ. (нефть + газ)	126412	129699	136095
Энергозатраты сектора «разведка и добыча», тыс. т. нэ.	5333,4	5568,8	5899,5
Потребление стали, тыс. т.	156,7	189,5	212,9
Потребление цемента, тыс. т.	174,2	210,6	236,6
Потребление стали, тыс. т. нэ.	117,0	141,4	158,9
Потребление цемента, тыс. т. нэ.	20,7	25,1	28,2
EROI (1,1 / (1,2 + 1,5 + 1,6))	23,1	22,6	22,4
EROI_{базовый} производства светлых нефтепродуктов			
Условная добыча нефти (равное объему переработки), тыс. т.нэ.	50500	50490	50900
Энергозатраты сектора «разведка и добыча», тыс. т. нэ. (пропорционально уменьшенные)	2422,3	2462,8	2554,4
Энергозатраты сектора «нефтепереработка, логистика и сбыт», тыс. т. нэ.	515	515	519
Выход светлых продуктов, %	55,8	56,6	56,7
EROI (2,1 * 2,4 / (2,2 + 2,3))	9,6	9,6	9,4
Финансовые показатели			
Рентабельность по EBITDA, %	30,5	24,4	19,8
Рентабельность по чистой прибыли, %	15,7	11,7	11,1

Таблица 11

Расчет EROI_{разработки}

ОАО «Татнефть»	2010 г.	2011 г.	2012 г.
EROI_{разработки}			
Добыча углеводородов, тыс. т. н.э. (нефть + газ)	26462	26579	26727
Энергозатраты сектора «разведка и добыча», тыс. т. нэ.	639,0	637,1	633,2
Потребление стали, тыс. т.	59,58	55,62	58,68
Потребление цемента, тыс. т.	33,1	30,9	32,6
Потребление стали, тыс. т. нэ.	44,4	41,5	43,8
Потребление цемента, тыс. т. нэ.	3,9	3,7	3,9
EROI (3,1 / (3,2 + 3,5 + 3,6))	38,5	39,0	39,3

Расчет EROI добычи газа**ОАО «Газпром»**

На основании отчетных данных можно произвести расчет EROI разработки месторождений и транспортировки газа (табл. 12).

Таблица 12

Расчет EROI_{разработки и транспортировки}

ОАО «Газпром»	2010	2011	2012	2013
EROI_{разработки и транспортировки}				
Добыча углеводородов, тыс. т. нэ. (газ + конденсат)	448 696	453 452	431 620	433 864
Энергозатраты, тыс. т. нэ.	5 540	5 873	5 718	5 419
Потребление стали, тыс. т.	15,84	33,66	53,64	23,94
Потребление цемента, тыс. т.	17,6	37,4	59,6	26,6
Потребление стали, тыс. т. нэ.	11,8	25,1	40,0	17,9
Потребление цемента, тыс. т. нэ.	2,1	4,5	7,1	3,2
EROI (1,1 / (1,2 + 1,5 + 1,6))	80,8	76,8	74,9	79,8
Финансовые показатели				
Рентабельность продаж, %	32	34	27	24
Рентабельность по чистой прибыли, %	21	25	15	16

Как видно из расчетов, энергетическая эффективность добычи и транспортировки газа является относительно высокой по сравнению со среднероссийским уровнем EROI добычи углеводородов. Подчеркнем, что расчет выполнен для разработки и транспортировки. Энергетическая эффективность разработки месторождений, рассчитанная отдельно от транспортировки, будет выше. Из расчетов видно, что EROI имеет тенденцию к снижению. Среди вероятных причин можно выделить две главных:

- естественное истощение действующих месторождений;
- строительство новых линий магистральных газопроводов, и увеличение транспортного плеча.

В то же время финансовые показатели рентабельности ухудшаются существенно сильнее. И если значение EROI в 2013 г. вернулось к уровню 2010 г., то финансовая рентабельность остается низкой. Это говорит о том, что сектор добычи и транспортировки работает стабильно и эффективно, а снижение финансового результата происходит по другим причинам.

Следует отметить, что компания предоставляет очень мало информации по энергопотреблению. К энергетическому анализу необходимо относиться с тем же вниманием, что и к финансовому анализу, и публиковать информацию в объеме соразмерным с объемом предоставляемой финансовой информации. Имея такую информацию, можно будет дать точный ответ, по какой причине происходит снижение EROI и какой фактор играет ведущую роль в этом.

ОАО «ЯТЭК»

У нас имеются все данные для расчета EROI разработки Средневилюйского месторождения (табл. 13).

Таблица 13

Расчет EROI добычи газа и конденсата на Средневилюйском месторождении в 2013 г.

Название	Количество	Нефтяной эквивалент, тыс. т
Добыча в 2013 г.		
Газ, млн. м ³	1623	1 372,3
Конденсат, т.	80267	79,6
Операционные затраты в 2013 г.		
Газ, млн. м ³	13	11,0
Топливо, т	1500	1,5
EROI _{разработки}		116

В 2013 г. на промысле не было никаких капитальных работ, бурения скважин и так далее. Все материало- и энергозатраты были связаны с операционной деятельностью и текущим ремонтом инфраструктуры и оборудования. Энергетическая эффективность добычи газа и конденсата, рассчитанная на нулевом километре магистрального газопровода составляет 116 - это высокое значение. С учетом энергозатрат на транспортировку EROI будет снижаться и в Якутске, предположительно, будет ниже 100.

К сожалению, у нас нет информации о ежегодном потреблении энергии на промысле в течение всех 28 лет разработки. На основании того, что технологический процесс извлечения газа и конденсата не менялся с самого начала разработки месторождения, сделаем допущение (отдавая себе отчет в том, что это очень существенное допущение), что операционные энергозатраты оставались пропорционально такими же, как и в настоящее время. Таким образом, у нас имеется вся информация для расчета EROI^{итоговый} за 28 лет (табл. 14)

Таблица 14

EROI^{итоговый} добычи газа и конденсата на Средневилюйском месторождении за 28 лет эксплуатации

Название	Количество	Нефтяной эквивалент, тыс. т
Добыча за 28 лет		29 385,3
Газ, млн. м ³	32 500	27 479,2
Конденсат, тыс. т.	1 923	1 906,1
Операционные затраты		
Газ, млн. м ³	260	237,9
Топливо, т	42000	44,1
Затраты на обустройство		70
Ликвидационные затраты		0,9
Итого затрат (2.1+2.2+3+4)		352,9
EROI ^{итоговый}		83,3

С определенной долей условности мы можем говорить, что энергетическая эффективность добычи газа на Средневилюйском месторождении на нулевом километре за 28 лет находится на уровне 80. Это высокое значение, и это лишний раз подтверждает тот факт, что традиционный газ является высокоэффективным энергоресурсом как с экономической, так и с энергетической точки зрения.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

По результатам расчета видно, что EROI добычи нефти за последние три года увеличивается только в компании «Газпром нефть». Увеличение значения показателя для компании «Татнефть» мы не можем принять, так как предоставлен не полный объем данных об энергопотреблении, например, отсутствуют данные по потреблению тепловой энергии. В остальных компаниях, не смотря на все предпринимаемые усилия по увеличению энергоэффективности, EROI^{разработки} снижается. Это объективная тенденция, обусловленная тем, что большинство разрабатываемых месторождений находятся на третьей и четвертой стадии. Можно сказать, что от снижения EROI в нефтедобыче не уйти ни одной компании, можно лишь направить усилия на сокращение темпа снижения, и, надо сказать, российским компаниям это удастся. То же самое происходит в добыче газа (табл. 15).

Таблица 15

EROI добычи нефти и газа в России

Название	2010 г.	2011 г.	2012 г.
EROI^{разработки} месторождений нефти			
Газпром нефть	29,9	35,0	35,4
Роснефть	22,2	21,8	21,6
Татнефть	38,5	39,0	39,3
EROI^{разработки и трансп} газа			
Газпром	80,8	76,8	74,9
ЯТЭК			116
EROI добычи и транспортировки углеводородов по данным Росстата	32	33	30

Как видно из расчетов, EROI для нефти ниже среднероссийского значения EROI за исключением значений «Газпром нефть». При этом следует принять во внимание, что EROI по данным Росстата включает в себя затраты на добычу и транспортировку, а значения EROI для «Газпром нефть» рассчитывались с учетом затрат только на добычу. С учетом затрат на транспортировку значения EROI для «Газпром нефть» окажутся ниже среднероссийских.

В то же время, значения EROI добычи и транспортировки газа оказываются выше среднероссийских значений. Из этого следует вывод, что с точки зрения энергетической эффективности газ является более выгодным, чем нефть.

Другой вопрос, который требует отдельного исследования, это EROI^{базовый} производства светлых нефтепродуктов. В приведенных расчетах этот показатель снижается у всех компаний (табл. 16). Для анализа потребуется привлечь дополнительные данные по разным технологическим процессам нефтепереработки, на основе которых рассчитать удельные показатели энергопотребления и сделать заключение, почему происходит снижение EROI.

Таблица 16

EROI^{базовый} производства светлых нефтепродуктов в России

Компания	2010 г.	2011 г.	2012 г.
Газпром нефть	13,4	13,5	13,2
Роснефть	9,6	9,6	9,4

Представляется важным сравнить динамику EROI и финансовых показателей рентабельности. Отметим результаты, полученные для компании Роснефть (табл. 17)

Таблица 17

Динамика EROI и финансовых показателей рентабельности ОАО «Роснефть»

Роснефть	2010 г.	2011 г.	2012 г.
EROI ^{разработки}	22,2	21,8	21,6
EROI ^{базовый}	9,6	9,6	9,4
Рентабельность по EBITDA, %	30,5	24,4	19,8
Рентабельность по чистой прибыли, %	15,7	11,7	11,1

Видно, что энергетическая эффективность практически не меняется, тогда как финансовая результативность существенно падает. Это говорит о том, что EROI не дублирует стандартные финансовые показатели рентабельности, EROI отражает эффективность работы производственных подразделений. В частности, ориентируясь на финансовые показатели эффективности, можно было бы сделать вывод об ухудшении работы компании Роснефть, но согласно расчетам EROI состояние производственных подразделений компании Роснефть является стабильным. Значит сокращение прибыли связано с финансовой, налоговой стороной и с конъюнктурой рынка.

В настоящее время, когда легкие запасы нефти заканчиваются, в разработку вовлекаются тяжелые запасы, следует особое внимание уделять энергетической эффективности добычи углеводородов. Расчет энергетической эффективности для нефтегазодобывающих компаний должен стать такой же стандартной процедурой, как расчет финансовых показателей эффективности.

Расчет EROI позволит дать оценку тем усилиям, которые были направлены на повышение энергоэффективности добычи. Недостаточно просто сказать, что компания в

отчетном году сэкономила определённый объем энергоресурсов, этому необходимо дать сравнительную оценку, а также показать, как эта экономия повлияла в целом на деятельность компании. Основа для таких расчетов российскими компаниями уже заложена.

В дальнейшем необходимо говорить о полноценном энергетическом аудите, и таковой должен стать общераспространенной практикой, подобно экономическому аудиту. В настоящее время для полноценного энергетического аудита компании предоставляют недостаточно информации. Для успешного осуществления энергетического аудита необходимо вести учет:

- энергопотребления в разных секторах: разведка и добыча, нефтепереработка, транспортировка и сбыт.
- энергопотребления в различных технологических процессах внутри секторов;
- потребления материальных средств, прежде всего стали и цемента.

Для углублённого анализа следует вести подсчет энерго- и материалопотребления для отдельных регионов добычи и даже отдельных месторождений. На основе этих данных будет иметься возможность для расчета энергетических показателей эффективности (не только EROI), которые позволят дать дополнительную оценочную информацию о работе производственных подразделений компаний.

Литература

Коржубаев А.Г. Нефтегазовый комплекс России в условиях трансформации международной системы энергообеспечения» / Науч. ред. А.Э. Конторович. - Новосибирск: ИНГГ СО РАН. – Академическое изд-во «Гео», 2007.

Сафронов А.Ф., Соколов А.Н. Выделение категории энергетически обоснованных извлекаемых запасов нефти // Нефтегазовая геология. Теория и практика. – 2013. – Т.8. - №2. - http://www.ngtp.ru/rub/8/21_2013.pdf

Соколов А.Н., Кочуров Б.И. О некоторых аспектах проблемы пика добычи нефти в контексте "экономики Кротких" // Проблемы региональной экологии. – 2013. – №2.

Годовой отчет ОАО «ТНК-ВР» URL: https://www.google.ru/?gws_rd=ssl#newwindow=1&q=rid.ru%2Fwp-content%2Fuploads%2F2014%2F07%2F%D0%93%D0%9E-2012-%D0%A2%D0%9D%D0%9A-%D0%92%D0%A0-D0%A5%D0%BE%D0%BB%D0%B4%D0%B8%D0%BD%D0%B3.pdf

Годовые отчеты год ОАО «Газпром нефть». URL: <http://ir.gazprom-neft.ru/news-and-reports/annual-reports/>

Годовые отчеты ОАО АНК «Башнефть». URL: http://www.bashneft.ru/shareholders_and_investors/report/

Годовые отчеты ОАО «Газпром». URL: <http://www.gazprom.ru/investors/reports/2012/>

Годовые отчеты ОАО «Лукойл» URL: http://www.lukoil.ru/static_6_5id_2131_.html

Годовые отчеты ОАО «НОВАТЭК». URL: <http://www.novatek.ru/ru/investors/reviews/>

Годовые отчеты ОАО «Роснефть». URL: http://www.rosneft.ru/Investors/statements_and_presentations/

Годовые отчеты ОАО «Татнефть». URL: <http://www.tatneft.ru/aktsioneram-i-investoram/raskritie-informatsii/?lang=ru>

Adam R. Brandt Oil Depletion and the Energy Efficiency of Oil Production: The Case of California / Sustainability. – 2011. - №3. – P. 1833-1854.

BP statistical review of world energy 2013. URL: http://www.bp.com/content/.../bp/.../statistical_review_of_world_energy_2013

Charles A.S. Hall, Bruce E. Dale and David Pimentel Seeking to Understand the Reasons for Different Energy Return on Investment (EROI) Estimates for Biofuels / Sustainability. – 2011. - №3. – P. 2413-2432.

Cutler J. Cleveland and Peter A. O'Connor Energy Return on Investment (EROI) of Oil Shale / Sustainability. – 2011. - № 3. – P. 2307-2322.

David J. Murphy and Charles A. S. Hall Year in review—EROI or energy return on (energy) invested / Ann. N.Y. Acad. Sci. – 2010. - №1185. - P. 102–118.

Freise, J. The EROI of Conventional Canadian Natural Gas Production / Sustainability. – 2011. – №3. – P. 2080-2104.

Geoff Hammond, Craig Jones Report ICE: Inventory of carbon and energy. Version 1.6a / Department of Mechanical Engineering University of Bath, UK. – 2008. <http://www.bath.ac.uk/mech-eng/research/sert/index.html>

Leena Grandell, Charles A.S. Hall and Mikael Höök Energy Return on Investment for Norwegian Oil and Gas from 1991 to 2008 / Sustainability. – 2011. - №3. – P. 2050-2070.

Matthew Moerschbaeher, John W. Day Jr. Ultra-Deepwater Gulf of Mexico Oil and Gas: Energy Return on Financial Investment and a Preliminary Assessment of Energy Return on Energy Investment / Sustainability. – 2011. - №3. – P.2009-2026.

Megan C. Guilford, Charles A.S. Hall, Pete O' Connor and Cutler J. Cleveland A New Long Term Assessment of Energy Return on Investment (EROI) for U.S. Oil and Gas Discovery and Production / Sustainability. – 2011. - №3. – P. 1866-1887.

Sell, B; Murphy, D; Hall, C. Energy Return on Energy Invested for Tight Gas Wells in the Appalachian Basin, United States of America / Sustainability. – 2011. – №3. – P. 1986-2008.

Yan Hu, Lianyong Feng, Charles C.S. Hall and Dong Tian Analysis of the Energy Return on Investment (EROI) of the Huge Daqing Oil Field in China / Sustainability. – 2011. - №3. – P. 2323-2338.

Safronov A.F., Sokolov A.N.

Institute of oil and gas problems SB RAS, Yakutsk, Russia, anton.new@mail.ru

PRELIMINARY CALCULATIONS OF ENERGY EFFICIENCY OF OIL, GAS AND LIGHT OIL DERIVATED PRODUCTS PRODUCTION IN RUSSIA

At present, Russian oil companies are making great efforts in the field of optimum rational consumption of energy in fields, it led to increase of energy efficiency as a Russian oil and gas production as whole, and as individual companies in particular. According to these calculations, the energy efficiency of oil production in Russia varied for different producing companies, and in 2012 was in the range 20-35.

Keywords: oil production, gas production, light oil, energy efficiency, energy audits, EROI.

References

Adam R. Brandt Oil Depletion and the Energy Efficiency of Oil Production: The Case of California / Sustainability, 2011, no. 36, p. 1833-1854.

Annual Report Bashneft Oil Company. URL: http://www.bashneft.ru/shareholders_and_investors/report/

Annual Report Oil Company Gazprom Neft. URL: <http://ir.gazprom-neft.ru/news-and-reports/annual-reports/>

Annual Report Oil Company Gazprom. URL: <http://www.gazprom.ru/investors/reports/2012/>

Annual Report Oil Company LUKOIL. URL: http://www.lukoil.ru/static_6_5id_2131_.html

Annual Report Oil Company NOVATEK. URL: <http://www.novatek.ru/ru/investors/reviews/>

Annual Report Oil Company Rosneft. URL: http://www.rosneft.ru/Investors/statements_and_presentations/

Annual Report Oil Company TATNEFT. URL: <http://www.tatneft.ru/aktsioneram-i-investoram/raskritie-informatsii/?lang=ru>

Annual Report TNK-BP Oil Company URL: https://www.google.ru/?gws_rd=ssl#newwindow=1&q=rid.ru%2Fwp-content%2Fuploads%2F2014%2F07%2F%D0%93%D0%9E-2012-%D0%A2%D0%9D%D0%9A-%D0%92%D0%A0-D0%A5%D0%BE%D0%BB%D0%B4%D0%B8%D0%BD%D0%B3.pdf

BP statistical review of world energy 2013. URL: http://www.bp.com/content/.../bp/.../statistical_review_of_world_energy_2013

Charles A.S. Hall 1, Bruce E. Dale 2 and David Pimentel Seeking to Understand the Reasons for Different Energy Return on Investment (EROI) Estimates for Biofuels / Sustainability, 2011, no. 3, p. 2413-2432.

Cutler J. Cleveland and Peter A. O'Connor Energy Return on Investment (EROI) of Oil Shale / Sustainability, 2011, no. 3, p. 2307-2322.

David J. Murphy and Charles A.S. Hall Year in review - EROI or energy return on (energy) invested / Ann. N.Y. Acad. Sci., 2010, no. 1185, p. 102-118.

Freise, J. The EROI of Conventional Canadian Natural Gas Production / Sustainability, 2011, no. 3, p. 2080-2104.

Geoff Hammond, Craig Jones Report ICE: Inventory of carbon and energy. Version 1.6a / Department of Mechanical Engineering University of Bath, UK, 2008. <http://www.bath.ac.uk/mech-eng/research/sert/index.html>

Korzhubaev A.G. *Neftegazovyy kompleks Rossii v usloviyah transformacii mezhdunarodnoj sistemy jenergoobespechenija* [Russian petroleum industry conditions to accommodate to the international system of energy supply]. Scientific editor A.Je. Kontorovich. - Novosibirsk: INGG SO RAN. – Akademicheskoe izd-vo «Geo», 2007.

Leena Grandell, Charles A.S. Hall and Mikael Höök Energy Return on Investment for Norwegian Oil and Gas from 1991 to 2008 / Sustainability, 2011, no. 3, p. 2050-2070.

Matthew Moerschbaeher, John W. Day Jr. Ultra-Deepwater Gulf of Mexico Oil and Gas: Energy Return on Financial Investment and a Preliminary Assessment of Energy Return on Energy Investment / Sustainability, 2011, no. 3, p. 2009-2026.

Megan C. Guilford, Charles A.S. Hall, Pete O' Connor and Cutler J. Cleveland A New Long Term Assessment of Energy Return on Investment (EROI) for U.S. Oil and Gas Discovery and Production / Sustainability. – 2011. - №3. –P. 1866-1887.

Safronov A.F., Sokolov A.N. *Vydelenie kategorii energeticheski obosnovannykh izvlekaemykh zasobov nefti* [Proposal to classification of recoverable oil reserves]. Neftegazovaya Geologiya. Teoriya i Praktika, 2013, vol. 8, no. 2, available: http://www.ngtp.ru/rub/8/21_2013.pdf

Sell, B; Murphy, D; Hall, C. Energy Return on Energy Invested for Tight Gas Wells in the Appalachian Basin, United States of America / Sustainability. – 2011. – №3. – P. 1986-2008.

Sokolov A.N., Kochurov B.I. *O nekotoryh aspektah problemy pika dobychi nefti v kontekste "jekonomiki Krotkih"* [Some aspects of peak oil in the context of "the Krotkih economy"]. Problemy regional'noj jekologii, 2013, no. 2.

Yan Hu, Lianyong Feng, Charles C.S. Hall and Dong Tian Analysis of the Energy Return on Investment (EROI) of the Huge Daqing Oil Field in China / Sustainability. – 2011. - №3. – P. 2323-2338.

© Сафронов А.Ф., Соколов А.Н., 2014