


## Комплексная оценка ресурсоэффективности компаний газовой отрасли России

Л. В. Важенина<sup>1</sup>  , Е. Р. Магарил<sup>2</sup> , И. А. Майбуров<sup>2</sup> 

<sup>1</sup>Тюменский индустриальный университет,  
г. Тюмень, Россия

<sup>2</sup>Уральский федеральный университет  
имени первого Президента России Б. Н. Ельцина,  
г. Екатеринбург, Россия

 [vagenina@rambler.ru](mailto:vagenina@rambler.ru)

**Аннотация.** Целью исследования является разработка методологии и проведение комплексной оценки ресурсоэффективности компаний добычи, переработки и трубопроводного транспорта природного газа как основы сбалансированного потребления и обеспечения ресурсами. В исследовании показано, что в сложных, быстро меняющихся условиях рост мирового потребления углеводородов, в частности природного газа, приводит к поиску новых ресурсосберегающих методов и технологий, позволяющих снизить ресурсоемкость отраслевых производств и воздействие на окружающую природную среду, в соответствии с принципами циркулярной экономики, выработать ресурсоэффективные способы и политику ресурсосбережения. В работе предложен концептуальный подход к комплексной оценке ресурсоэффективности ведущих компаний газовой отрасли: добычи, переработки и трубопроводного транспорта природного газа, выделены его основные положения. Предлагаемая методология комплексной оценки ресурсоэффективности включает интегральный расчет и сравнительную оценку показателей эффективности ведущих компаний газовой отрасли. Эта оценка отличается системой показателей, отражающих функционирование производственной, экономической, финансовой, инвестиционной, энергетической и экологической сфер деятельности. Методологический подход позволяет на основе имитационного моделирования и сценарного прогнозирования проводить сравнительный анализ развития ведущих компаний по уровню ресурсосбережения, обеспеченности и потреблению ресурсов в постпрогнозном и прогнозном периоде. С использованием прогнозно-аналитического инструментария и имитационного моделирования эффективности деятельности ведущих компаний определен оптимальный вариант их развития и выбраны перспективные бизнес-процессы. Апробация методологического инструментария проведена на примере ведущих компаний газовой отрасли России: добыча газа («Новатэк»), переработка газа («Сибур») и трубопроводный транспорт газа («Газпром»). Анализ результатов проведенной апробации показал существующие различия в современных механизмах ресурсосбережения, потребления и обеспечения ресурсами в ведущих компаниях, а также возможные точки роста и перспективы их ресурсоэффективного развития.

**Ключевые слова:** компании газовой отрасли; показатели ресурсоэффективности; циркулярная экономика; комплексная оценка; интегральный расчет; ресурсосберегающие проекты; ресурсообеспеченность.

### 1. Введение

Активизация и мобилизация внутренних ресурсов производственных

компаний, максимально эффективное их использование на корпоративном, отраслевом и государственном

уровне имеют первостепенное значение в России, что требует применения обоснованных методов и подходов к повышению ресурсоэффективности предприятий газовой отрасли. Нацеленность на оптимизацию и максимально эффективное использование ресурсов при переходе к принципам циркулярной экономики еще в большей степени повышает актуальность проблематики и обуславливает внимание к ней научного сообщества. Между тем теоретико-методические и методологические подходы к решению задач ресурсосбережения, рационального потребления и обеспечения ресурсами проработаны недостаточно.

Исследования и разработки в этом направлении в большей степени касаются стратегического управления энергопотреблением и эффективным использованием ресурсов на предприятии и не отражают вопросов оценки процессов ресурсоэффективности в ведущих компаниях газовой отрасли, а также достижения целевых показателей ресурсосбережения.

Газовая отрасль России выступает основным производителем и поставщиком энергоресурсов в виде природного газа на внутреннем и внешнем рынке. Основная деятельность компаний газовой отрасли связана с добычей, переработкой и трубопроводным транспортом природного газа. От качественной и бесперебойной работы ведущих компаний зависит эффективность и конкурентоспособность производства на всех стадиях технологического процесса от добычи до конечного потребителя. Решение задач повышения ресурсоэффективности в ведущих компаниях газовой отрасли позволит снизить себестоимость производства и повысить конкурентоспособность продукции.

Таким образом, большое значение имеет оценка эффективности

использования ресурсов на корпоративном, отраслевом и государственном уровне. Эта оценка должна основываться на соответствующей методологии, включающей комплекс показателей эффективности и охватывающей все сферы деятельности компании. Также необходимо отметить, что в настоящее время в российской и международной практике нет единого понятия «ресурсоэффективность» и, соответственно, нет универсального подхода к ее оценке для корпоративного использования.

Тем не менее нужно отметить, что изучение проблем ресурсной эффективности в современных условиях на уровне предприятия, отрасли и страны направлено на разработку соответствующих методик. По нашему мнению, такие методы и инструменты должны основываться на едином подходе и включать комплексную оценку по выбранному составу показателей ресурсоэффективности в ведущей компании и их сравнения с аналогичными предприятиями. В настоящее время предлагаемые методики различных авторов существенно отличаются и имеют разрозненный характер, оценка проводится по отдельным показателям или сферам деятельности компании.

*Цель исследования* заключается в разработке методологии и проведении комплексной оценки ресурсоэффективности компаний добычи, переработки и трубопроводного транспорта природного газа как основы сбалансированного потребления и обеспечения ресурсами.

*Гипотеза исследования* заключается в обосновании возможности сбалансированного потребления и обеспечения ресурсами на основе применения прогнозно-аналитического инструментария комплексной оценки ресурсоэффективности для проектирования основных показателей развития ведущих компаний газовой отрасли России.

Структура проведенного исследования состоит из пяти разделов. В первом представлено введение, обоснована актуальность, сформулирована цель и гипотеза проведенного исследования. Литературный обзор исследований в сфере ресурсоэффективности производственных предприятий приведен во втором разделе статьи. В третьем разделе представлена методология комплексной оценки ресурсоэффективности ведущих компаний газовой отрасли. Апробация методологии и прогнозно-аналитического инструментария проведена в четвертом разделе статьи применительно к компаниям добычи, переработки и трубопроводного транспорта газа. В пятом разделе обсуждены результаты проведенного исследования, в шестом разделе заключения сформулированы основные выводы.

## 2. Обзор литературы

Первые исследования в оценке ресурсной эффективности были представлены Чоджоу [1] в расчетах энергосбережения в промышленности. Автором был определен ряд удельных показателей расхода энергоресурсов, отнесенных к ВВП и в расчете на единицу продукции [1].

В качестве показателей энергетической эффективности Кокшаров [2] применяет ряд взаимосвязанных показателей эффективности использования топливно-энергетических ресурсов и основываются на учете пропорций между изменениями технико-экономических показателей. Кроме того, автором разработан алгоритм формирования механизма комплексного управления энергопотреблением и методика динамической оценки качества топливно-энергетического баланса металлургического предприятия.

Тимаков [3] рассматривает трехуровневую методику оценки

энергоэффективности по оборудованию, технологиям и предприятию в целом.

Криворотов и др. [4] предлагают методический подход к оценке энергоэффективности деятельности компании, который основан на трехуровневом учете блоков показателей: эффективности энергопотребляющих систем и энергосбережения, экономической эффективности энергопотребления и эффективности использования основных фондов, экологической эффективности потребления топливно-энергетических ресурсов.

Караева и Магарил [5] предложили систему показателей природоемкости производства энергии, включающую показатель ресурсоемкости производства энергии. Этот показатель может быть рассчитан для нескольких видов потребляемого объектом энергетики топлива, позволяет оценить рациональность использования топливных ресурсов и сравнить альтернативные проекты в энергетике.

Центр по эффективному использованию энергии разработал методику [6], которая применяется в России на различных уровнях и включает следующие группы показателей: интегральные показатели макроэкономического уровня расходования отдельных энергетических ресурсов в валовом внутреннем продукте (валовом региональном продукте); интегральные показатели расходования отдельных энергетических ресурсов на отраслевом уровне; удельные показатели расхода энергоресурсов на единицу выпускаемой продукции; показатели энергоэффективности высокопроизводительного оборудования и технологий, внедряемых в производство и предлагаемых на рынке и прочие.

Shove [7] показал, что повышение энергоэффективности связано с рациональным проектированием

и эксплуатацией таких объектов, как здания, бытовая техника, технологии отопления и охлаждения, или с организацией бюрократических, деловых или производственных процессов. Автор считает, что современные национальные и международные стратегии по изменению климата направлены на повышение энергоэффективности, а управленческие решения энергосберегающего характера являются самыми актуальными.

Sebhatu [8] отмечает, что в корпоративной стратегии прослеживаются тенденции перехода к сбалансированному состоянию и обеспечению устойчивого развития бизнес-процессов, экологии и общества. По мнению автора, компании пересматривают традиционные бизнес-модели и направляют ресурсы в инновационные технологии для определения своего устойчивого развития. В современных условиях рост инновационной активности неправительственных организаций, как считает автор, будет способствовать устойчивому корпоративному развитию, повышению социальной ответственности и принятию ресурсосберегающих решений.

Forster [9] считает, что важнейшей стратегией сокращения энергопотребления является уменьшение влияния на изменение климата. Внедрение мер по энергосбережению приносит большинство преимуществ для потребителя и общества, а именно: сокращение выбросов парниковых газов, снижение расходов населения за электроэнергию, повышение комфорта в доме, экономия топливных ресурсов, энергетическую независимость и улучшение качества окружающей природной среды (воздуха, воды, земли).

Koirala [10] показал, что мировые энергетические системы находятся в серьезной технологической и институциональной трансформации в связи с истощением природных ресурсов

и климатического ухудшения. Поэтому на местном уровне создаются такие стратегии энергоснабжения и бизнес-модели, которые ориентированы на конечных потребителей. По мнению автора, интегрированные энергетические системы сообщества (ICESs) становятся современным направлением для совершенствования местных энергетических систем путем объединения распределенных энергетических ресурсов (DERS). Основными задачами ICESs в энергетической системе являются сокращение затрат и выбросов, отказоустойчивость, оценка стоимости энергоресурсов, энергообеспечение, энергосбережение и повышение энергоэффективности.

Labanca [11] проводит анализ использования возобновляемым источников энергии с позиции социологов, физиков, инженеров, экономистов, антропологов, биологов, экологов и политиков. Автор, используя теорию социальной практики, изучает эволюции энергетических систем как сложной системы.

Lutzenhiser [12] рассматривает «энергоэффективность» в русле снижения техногенного воздействия, минимизации затрат в энергетической системе и повышение ее надежности. По мнению ученого, определенную роль в сокращении энергетических потерь имеют социальные инициативы. Также автор считает, что несовершенство модели энергопотребления и энергосбережения (EEI) не позволяет регулировать деятельность по повышению энергоэффективности в США и Европе, проводимую коммунальными компаниями и государственными субъектами. Модель (EEI) включает концептуальную основу, аналитическую парадигму и дискурсивный контекст, но не обеспечивает в последние десятилетия социальных инициатив и не предусматривает смягчения климатической нагрузки.

Ли Чие [13] исследовали эмпирическую взаимосвязь между энергетической бедностью и энергоэффективностью в развитых и развивающихся странах. Оценка показателей энергетической бедности, ВВП по странам, энергоэффективности и социального обеспечения проводилась с использованием данных DEA и метода энтропии. Полученные ими результаты показывают, что достижение цели по повышению энергоэффективности путем сокращения энергопотребления и роста стоимости энергоресурсов в долгосрочной перспективе приведет к энергетической бедности и снижению валового внутреннего продукта. Авторы предлагают возможные корректировки в стратегии развития стран и представляют необходимость сбалансированного энергоснабжения.

М.Д'Антонио и Хилдт [14] рассмотрели стекольную промышленность, которая является высокоэнергетической отраслью и одной из основных секторов программы Министерства энергетики США «Отрасли будущего». Они представили обзор энергоемкости, а также выявили энергетические и экологические возможности в данном промышленном секторе.

Коондхар и др. [15] провели корреляцию между потреблением энергии, загрязнением атмосферного воздуха и экономическим ростом в Китае и США. Для определения долгосрочного равновесного соотношения было проведено исследование по методу ARDL на основе данных Всемирного банка за период с 1970 по 2014 г. Результаты оценки в Китае подтвердили положительный коэффициент энергопотребления на уровне значимости 1%, что напрямую взаимосвязано с загрязнением воздуха в стране.

Нукянен [16] отмечает, что поставщик энергоресурсов, прежде чем

использовать рыночные возможности, должен направлять свою деятельность на построение отношений и согласованность рыночного предложения.

Парамати [17] изучил на опыте 28 стран ОЭСР роль внедрения экологических технологий в энергопотреблении и повышении энергоэффективности. Результаты исследования подтверждают, что экологические технологии оказывают отрицательное влияние на энергопотребление и играют важную роль в повышении энергоэффективности за счет снижения энергоемкости. Автор отмечает, что в связи с тенденцией доминирования углеводородов в структуре энергопотребления, страны ОЭСР признали необходимость продвижения новых источников энергии. Для этого ОЭСР признали необходимым увеличение инвестиций в новую низкоуглеродную экономику, в возобновляемые источники энергии и энергетическую инфраструктуру.

Сао и Чен [18] исследовали влияния прямых иностранных инвестиций на энергоемкость путем построения регрессионной модели и плавного перехода (PSTR). На основе данных за период с 1990 по 2014 г. изучено влияния прямых иностранных инвестиций на энергоемкость развивающихся стран, включая БРИКС и другие страны. В работе была использована модель PSTR для выявления нелинейного механизма влияния прямых иностранных инвестиций на энергоемкость.

Росэн [19], изучая различные сценарии глобального энергопотребления до 2050 г., установил, что путем сокращения выбросов парниковых газов возможно добиться снижения энергопотребления. Объем получения возобновляемой энергии не восполнит углеводородное топливо в существующем энергетическом балансе. По мнению автора, это свидетельствует о сокращении



энергопотребления и повышении энергоэффективности, что является важнейшими предпосылками для замены углеводородного топлива в мире.

Teng [20] рассмотрел применение передовых методов искусственного интеллекта для улучшения производственного процесса в энергоемких отраслях промышленности. Автор использовал подход к моделированию промышленных систем на основе применения методов искусственного интеллекта и многокритериальной оптимизации многоэлементного процесса. Он расширил применение инструментария, позволяющего решать многомерные задачи, а с использованием метода Монте-Карло, нейронных сетей, деревьев решений возможна интеграция новых технологий в действующие процессы.

Triguepaux [21] приводит характеристику используемых энергоресурсов и возможное получение экономии в однопроцессорных и многопроцессорных системах. Автор обосновал, как можно достичь высвобождения дополнительных энергоресурсов на основе их эффективного использования в современных производственных системах.

Wiatr [22] утверждает, что существует постоянный рост потребления энергии сетями связи и предложено множество подходов к энергосбережению. Наиболее многообещающим способом решения этой проблемы является максимально возможное использование фотонных технологий благодаря их низкому энергопотреблению на бит производительности. Один из популярных методов использует режимы низкого энергопотребления (например, режим сна или дремоты) для устройств, которые не используются. Экологические технологии могут привести к дополнительной задержке, изменить уровень использования ресурсов в сети или сократить сроки эксплуатации оборудования,

что в итоге приведет к росту эксплуатационных расходов сети.

Yang [23] произвел моделирование энергоэффективности интегрированной энергетической системы. Автор анализирует взаимосвязь преобразования энергии. Им выбирается группа независимых переменных в энергетической сети для определения ее сложности. Изменяющееся во времени уравнение энергетической сети комплексной энергетической системы устанавливается путем создания разностной матрицы силы на концах ветви. Результаты моделирования показывают, что предлагаемый метод эффективного использования ресурсов имеет наименьшую энергоемкость и позволяет увеличить энергоэффективность.

Методика Международного энергетического агентства (IEA)<sup>1</sup> является одной из наиболее востребованных в мире. Она включает универсальную систему показателей энергоэффективности для международного, государственного, корпоративного и производственного уровня. Подход IEA к определению энергоэффективности включает формирование показателей по уровням иерархии: от совокупных критериев на агрегированном уровне к детализированным в производственных процессах компании.

Заслуживает внимания ряд законодательных требований, представленных в United Nations Environment Programm, важных для эффективного функционирования экологического менеджмента в энергетическом секторе. В документе отмечается, что рынок энергоресурсов не удовлетворяет потребности общества в области охраны окружающей

<sup>1</sup> Показатели энергоэффективности: основы формирования политики. Международное энергетическое агентство, 2014. Режим доступа: <http://www.iea.org/media/training/eeukraine2015/RussianEPM.pdf>.

среды, безопасности и здоровья, поэтому необходимы меры государственного регулирования. Законы, рассмотренные в программе, применимы ко всем источникам энергии и особенно важны для повышения энергоэффективности и ввода возобновляемых источников энергии. Особенными среди них являются требования законодательства к оценке воздействия на окружающую среду (ЕА).

В связи с необходимостью сокращения выбросов парниковых газов в процессе проектирования и эксплуатации газовых месторождений в морском секторе Naveiro et al. [24] предложили показатели для оценки энергоэффективности и определения углеродного следа.

Kheirkhah et al. [25] предложили современный метод энергоэффективной передачи природного газа и электроэнергии в качестве сырья на газохимическом заводе. Авторы провели анализ взаимозависимости энергетических и химических систем, а также оценили их влияние на надежность и безопасность поставок друг друга. Они разработали математическую модель эффективного обеспечения и потребления природного газа в качестве топлива для электростанций или сырья химических заводов на основе интегрированного контрольного показателя.

Khan et al. [26], предложили метод для оценки энергопотребления отходящего газа и компрессии на терминалах регазификации СПГ. Операции терминала регазификации сжиженного природного газа являются энергоемкими, поскольку сжатие отходящего газа потребляет большую часть энергии. Чтобы упростить оценку отходящего газа, авторами в этом исследовании предлагается обобщенный график, который обеспечивает правильную оценку отходящего газа и минимальную мощность сжатия, необходимую для обработки расчетного количества образующегося

отходящего газа. Такой способ может быть применен к широкому спектру регазификации сжиженного природного газа.

Jin-chi Hsieh [27] исследовал энергетическую стратегию через оценки энергетической и экологической эффективности. Он установил, что энергоэффективность тесно связана со спросом и предложением энергоресурсов, экономическим развитием и загрязнением окружающей среды. Результаты проведенных расчетов показали, что валовой внутренний продукт и выбросы CO<sub>2</sub> имеют высокую зависимость от роста потребления энергии, при этом связаны с экономической и экологической эффективностью.

Bhagaloo et al. [28] исследовали ресурсоэффективность с целью смягчения последствий изменения климата и перехода на устойчивую энергетику. Авторы рассмотрели территории Тринидад и Тобаго (южная часть Карибского бассейна), которые обладают углеводородными ресурсами и поддерживают активный нефтехимический сектор. В регионе потребляется более 50% электроэнергии, вырабатываемой устаревшими, низкоэффективными технологиями простого цикла (SC) на основе природного газа. Авторы разработали методику технико-экономической и экологической оценки для изучения того, как можно добиться повышения ресурсо- и энергоэффективности производства электроэнергии.

Последние работы, посвященные разработке методических подходов к оценке ресурсной эффективности, учитывают экологический фактор в виде показателей выбросов загрязняющих веществ. Например, в проекте ODYSSEE в сфере энергетической эффективности определены основные показатели, отражающие объемы выбросов углекислого газа, его сбережение

по отношению к потреблению энергии и единицы продукции. Затем методология IEA предусматривает оценку выбросов углекислого газа по отношению к совокупному энергопотреблению, выручке и объему произведенной энергии<sup>2</sup>.

### **3. Методология комплексной оценки**

#### **3.1. Концептуальные положения методологии комплексной оценки ресурсоэффективности**

Основной целью применения комплексной оценки ресурсоэффективности в компаниях газовой отрасли является обеспечение сбалансированного экономического роста компании и перехода на ресурсоэффективный путь развития.

Концептуальные положения методологии комплексной оценки ресурсоэффективности заключаются в следующем:

1. Основными задачами комплексной оценки должны являться достижение наибольших показателей эффективности всех сфер деятельности ведущих компаний; определение сбалансированного уровня обеспечения ресурсами и их потребления при поддержании достаточного уровня экономической и энергетической безопасности ведущих предприятий; снижение ресурсоемкости производств добычи, переработки и трубопроводного транспорта природного газа; оценка перспектив ресурсосберегающего развития ведущих компаний на основе роста их ресурсной эффективности.

Следовательно, необходимо разработать имитационную модель ресурсной эффективности компании газовой отрасли, в которой должны быть учтены

возможные риски и угрозы. При комплексной оценке ресурсоэффективности должны использоваться как частные показатели всех сфер деятельности ведущей компании, так и интегральный критерий. Частные показатели необходимы для определения уровня ресурсообеспечения и ресурсопотребления, а интегральный критерий выступает индикатором комплексной оценки ресурсной эффективности.

2. Оценка перспектив развития отраслевой компании является одним из основных элементов ее ресурсосберегающей политики. Она отражает наиболее целесообразные на каждом этапе ее реализации методы и средства в повышении ресурсной эффективности. В настоящее время такие методы и средства оценки перспектив и выбора вариантов ресурсоэффективного развития компаний газовой отрасли отсутствуют. С этой целью должна быть разработана методика определения сбалансированного роста и поиска наилучшего ресурсоэффективного сценария компании.

3. Комплексная оценка эффективного использования ресурсов компаний газовой отрасли направлена на достижение высоких показателей ресурсоэффективности, а также выбора рациональных инструментов для сбалансированного обеспечения ресурсами и их потребления. Показатели ресурсной эффективности рассматриваются как сравнение фактических значений с эталонными, принятыми для оценки.

4. Основными показателями при сценарном прогнозировании повышения ресурсной эффективности выступают показатели производственной, экономической, финансовой, инвестиционной, инновационной, энергетической и экологической эффективности. В качестве сценарных параметров в ходе выбора вариантов ресурсоэффективного развития отраслевых компаний приняты

<sup>2</sup> CO<sub>2</sub> Emissions from the Fuel Combustion. Highlights. Режим доступа: <http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/co2emissionsfromfuelcombustionhighlights2013.pdf>.



динамические темпы роста параметров рыночной конъюнктуры.

5. Эффективное обеспечение ресурсами и их потребление невозможно без механизмов взаимодействия газовой отрасли с экономическими субъектами: «домашние хозяйства», «органы государственной власти», «внешнее окружение» и «рыночное управление», отвечающими за рыночное равновесие спроса и предложения. Применение имитационной модели ресурсной эффективности компании позволит учесть перечисленные направления взаимодействий газовой отрасли и сбалансировать рыночное равновесие.

6. Взаимодействие газовой отрасли с экономическими субъектами охватывает механизмы потребления ресурсов и обеспечения ими. При этом мониторинг осуществляется через показатели ресурсной эффективности, которые можно объединить в комплекс для создания ресурсосберегающей политики ведущей компании. В качестве средства реализации ресурсосберегающей политики предлагается комплексная оценка ресурсоэффективности отраслевой компании. Системный подход в основе формирования методологии комплексной оценки ресурсоэффективности включает оценку потребления и обеспечения ресурсами, а также процессы их взаимодействия.

### **3.2. Методология комплексной оценки ресурсоэффективности компаний газовой отрасли**

В основе комплексной оценки ресурсоэффективности лежит организационно-методическая схема взаимодействия газовой отрасли с экономическими субъектами: «домашние хозяйства», «органы государственной власти», «внешнее окружение» и «рыночное управление», отвечающее за рыночное равновесие спроса и предложения.

Субъекты газовой отрасли производят основную продукцию, которую реализуют на внутреннем или внешнем рынке. К ней относятся следующие виды: товары и услуги промежуточного потребления (в том числе топливно-энергетические ресурсы, используемые для переработки, преобразования и конечного использования), инвестиционные и потребительские товары и услуги, в том числе виды топливно-энергетических ресурсов, используемых населением, услуги инфраструктуры, услуги государственной сферы, трудовые услуги [42–44].

Агенты, занимающиеся производством, преобразованием и переработкой топливно-энергетических ресурсов, включены в схему взаимодействия газовой отрасли, которая состоит из трех элементов: газовая отрасль, рынок ТЭР, неэнергетические сектора экономики (рис. 1) и отражает потоки топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) и денежных средств.

В состав топливно-энергетических ресурсов входят природный газ, сухой газ, сжиженный газ, продукты газопереработки, электрическая и тепловая энергия.

Для анализа потребления и обеспечения ресурсами (предложения ТЭР) на уровне компании необходимо установить внутренние критерии контроля и оценки. Предлагаем деятельность ведущих компаний описать в двух направлениях производственных функций: 1) в качестве агентов, формирующих рыночное предложение; 2) в качестве агентов, образующих спрос на промежуточные продукты (в том числе на топливно-энергетические ресурсы).

Агрегированную производственную функцию ведущей компании  $i \in V_{gp}$ , входящей в состав газовой отрасли и формирующей денежные и ресурсные потоки, можно представить следующим образом:

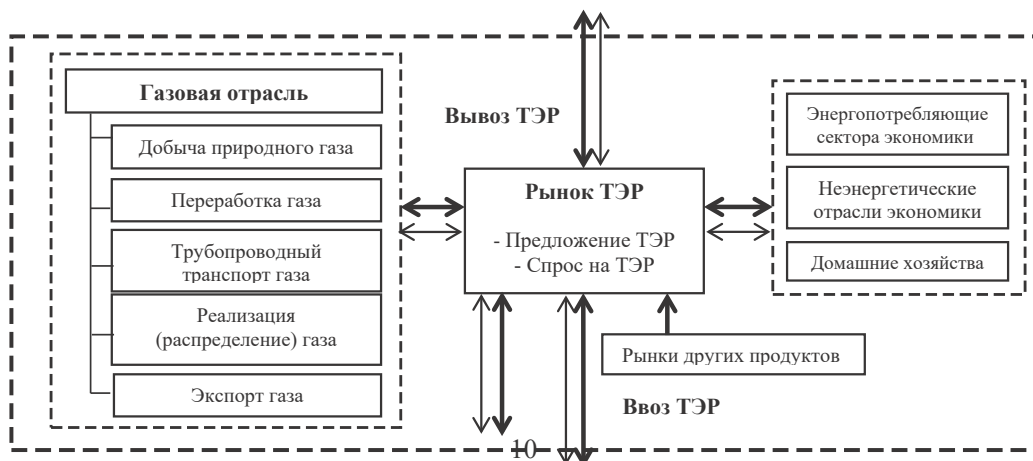


Рис. 1. Схема взаимодействия газовой отрасли с экономическими субъектами  
 Figure 1. The scheme of interaction of the gas industry with economic entities

Источник: составлено авторами.

1) поток продуктов, производимых компаниями (добычи, переработки и транспорта):

$$Y_i^{out}(t) = \min \{Y_i^{prog}(t), Y_i^{poten}(t), Y_i^{dem}(t) + \Delta Y_i(t)\}; \quad (1)$$

2) поток вводимых производственных ресурсов:

$$Y_i^g(t) = A_i(t)Y_i^s(t); \quad (2)$$

3) денежный поток, от продажи продуктов компаний (добычи, переработки и транспорта):

$$d_i^s(t) = (Y_i^{out}(t) - \Delta Y_i(t))P_i^T(t); \quad (3)$$

4) денежный отток за поставки продуктов и производственных ресурсов:

$$d_i^g(t) = Y_i^g(t)\hat{P}_i^T(t), \quad (4)$$

где  $Y_i^{out}(t)$  – вектор-столбец фактического производства продукции для  $i$ -го агента (в натуральном выражении);  $Y_i^{prog}(t)$  – вектор-столбец прогнозируемого производства продукции;  $Y_i^{poten}(t)$  – потенциальный объем производства  $i$ -го агента, зависящий от состояния и использования производственных ресурсов;  $Y_i^{dem}(t)$  – вектор спроса на продук-

цию, производимую  $i$ -м агентом;  $\Delta Y_i(t)$  – вектор темпов роста производства продукции  $i$ -го агента;  $Y_i^g(t)$  – вектор-столбец потребляемых ресурсов;  $A_i$  – матрица затрат  $i$ -го агента, потребляемых ресурсов на единицу произведенной продукции;  $d_i^s(t)$  – выручка агента от реализации продукции;  $d_i^g(t)$  – затраты агента на приобретение ресурсов;  $P_i(t)$  – вектор-столбец цен производимой продукции;  $\hat{P}_i(t)$  – вектор-столбец цен на продукцию для потребителей на рынке.

Потенциальный выпуск  $i$ -го агента рассчитывается следующим образом:

$$Y_i^{pot}(t) = C_i \sqrt{p_i(t)h_i(t)r_i(t)}, \quad (5)$$

где  $C_i$  – вектор, характеризующий масштабы производства продукции с показателями факторов производства;

$p_i(t)$  – стоимость основных средств  $i$ -го агента;

$h_i(t)$  – численность занятых в производстве;

$r_i(t)$  – прирост производительности труда.

В схеме взаимодействия газовой отрасли с экономическими агентами на рынках условных продуктов

и углеводородов равновесное состояние поддерживает товарно-секторный баланс (ТСБ), сформированный на основе системы национальных счетов [42]. Построение баланса предусмотрено для всех условных продуктов, используемых в модели и 15 видов топливно-энергетических ресурсов. Например, баланс  $j$ -го вида топливно-энергетических ресурсов ( $j \in J_{TЭP}$ ) в натуральном выражении можно представить как:

$$y_j^{s1}(t) + y_j^{s2}(t) + y_j^{s3}(t) + y_j^{s4}(t) = \\ = y_j^{out}(t) - y_j^{exp}(t) + y_j^{imp}(t) - \Delta y_j(t). \quad (6)$$

В левой части выражения (6) спрос на ресурсы  $j$ -го вида в газовой отрасли представлен в виде производства электрической и тепловой энергии ( $y_j^{s1}$ ), переработки газа ( $y_j^{s2}$ ), потребления в качестве неэнергетического сырья ( $y_j^{s3}$ ); конечного потребления ( $y_j^{s4}$ ). Составляющие  $y_j^{s1}$ ,  $y_j^{s2}$  представляют затраты на приобретение топливно-энергетических ресурсов ведущими компаниями, входящими в состав газовой отрасли. Величины  $y_j^{s3}$  и  $y_j^{s4}$  представляют объем потребления  $j$ -го вида углеводородов в газопереработке и объемы потребления  $j$ -го вида ресурсов всеми компаниями газовой отрасли.

В правой части балансовой модели (6) представлен объем предложения  $j$ -го вида продукции на рынке углеводородов:  $y_j^{out}$  – объем производства  $j$ -го вида продуктов всеми компаниями газовой отрасли;  $y_j^{exp}$  – вывоз  $j$ -го вида углеводородов;  $y_j^{imp}$  – приобретение  $j$ -го вида ресурсов по ввозу;  $\Delta y_j$  – изменение запасов  $j$ -го вида ресурсов. В стоимостном виде балансовое выражение для  $j$ -го вида ресурсов можно представить как

$$(y_j^{s1}(t) + y_j^{s2}(t) + y_j^{s3}(t) + y_j^{s4}(t))\hat{p}_j(t) = \\ = (y_j^{out}(t) - y_j^{exp}(t) - \Delta y_j(t))p_j(t) + \\ + y_j^{imp}(t)\hat{p}_j(t) + \Delta d_j, \quad (7)$$

где  $\hat{p}_j$  – средняя потребительская цена  $j$ -го вида ресурсов на рынке углеводородов;  $p_j$  – средняя цена производителя  $j$ -го вида ресурсов;  $\Delta d_j$  – торговая надбавка для  $j$ -го вида ресурсов.

Балансовые соотношения (6) – (7) являются частью общего товарно-секторного баланса и позволяют путем межбалансовых связей моделировать взаимное влияние газовой отрасли с другими отраслями экономики.

Решение задачи повышения ресурсной эффективности и экономического роста компаний газовой отрасли сводится к нахождению наилучших вариантов их развития в условиях предложенной авторами системы показателей.

Для комплексной оценки повышения ресурсной эффективности ведущей компании (сегмента, отрасли) предлагается использовать формулу (8):

$$L = [L_{sozec}, L_{ener}]^T, \quad (8)$$

где  $L_{sozec}$  – вектор показателей экономического роста компании (добычи, переработки и транспортировки газа);  $L_{ener}$  – вектор показателей ресурсной эффективности.

Обозначим:

$$L^0(t) = [L_{sozec}^0(t), L_{ener}^0(t)]^T. \quad (9)$$

Вектор целевых значений, характеризует перспективы развития  $[0, t_T]$  в точках  $t = t_1, t_2, \dots, t_T$ , вектор целевых значений, характеризует показатели ресурсной эффективности  $L^0(t)$  и отвечает варианту ресурсоэффективного развития компании. Включение вектора «ресурсной эффективности»  $L_{ener}^0(t)$  в методологию комплексной оценки ведущей компании (9) повышает ее развитие.

Математически задачу повышения ресурсной эффективности в компании газовой отрасли можно представить в виде многокритериальной оптимизации:

$$\|L(V, t) - L^0(t)\| \rightarrow \min; \quad t = t_1, t_2, \dots, t_T; \quad (10)$$

$$L(V, t) = C_o(S, V, t); \quad (11)$$

$$dS(t)/dt = C_s(S, V, t); \quad (12)$$

$$S(t) \subset D_s(V, t). \quad (13)$$

где  $C_o(V, t)$  – зависимость, позволяющая определить  $L(t)$  различные варианты развития ведущей компании газовой отрасли:

$$V(t) = \begin{bmatrix} V_{tehekon}(t) \\ V_{ener}(t) \end{bmatrix}, V(t) \subset D_v, \quad (14)$$

где  $V_{tehekon}(t)$  – вектор показателей развития отрасли;  $V_{ener}(t)$  – вектор показателей развития компании;  $D_v$  – множество управленческих решений;  $S = [s_1, s_2, \dots, s_n]^T$  – вектор корпоративных ресурсов;  $C_s(S, V, t)$  – производственная функция компании;  $D_s(V, t)$  – ограничение по ресурсам.

В итоге декомпозицию комплексной оценки ресурсоэффективности можно представить следующим образом (рис. 2).

Предлагаемая система показателей оценки ресурсной эффективности ведущих компаний газовой отрасли представлена в таблице 1.

В новых условиях индикаторы перспектив развития отраслевой компании вводятся в методику комплексной оценки ресурсоэффективности, где в динамике происходит изменение соотношений показателей эффективности. Системный подход в финансировании рационального ресурсопотребления и ресурсосберегающей политики компании предполагает выделение средств из федерального бюджета в рамках выполнения государственных программ и реализации энергетической стратегии, отраслевого инвестирования



Рис. 2. Декомпозиция комплексной оценки ресурсной эффективности ведущих компаний. Источник: составлено авторами.

Figure 2. The decomposition prehensive assessment of the resource efficiency of leading companies [compiled by the authors]

Таблица 1. Система показателей оценки ресурсоэффективности компании  
 Table 1. The system of indicators for assessing the resource efficiency of the company

№ п/п	Наименование показателя	Ед. изм.
<b>Показатели рыночной конъюнктуры</b>		
1	Темп прироста объемов производства по отраслевым компаниям	%, к баз. году
2	Темп прироста выручки по отраслевым компаниям	%, к баз. году
3	Темп прироста текущих затрат по отраслевым компаниям	%, к баз. году
4	Доля рынка углеводородов по отраслевым компаниям	%
5	Изменение уровня инфляции	%
6	Изменение уровня цен на газ	руб./тыс. м <sup>3</sup>
<b>Показатели производственной эффективности</b>		
1	Фондоотдача	руб./руб.
2	Производительность труда	млн руб./чел
3	Оборачиваемость оборотного капитала	раз
4	Материалоотдача	руб./руб.; т/руб.
5	Материалоемкость	руб./руб.; руб./т
<b>Показатели экономической эффективности</b>		
1	Рентабельность продукции	%
2	Рентабельность продаж	%
3	Рентабельность по EBITDA	%
4	Рентабельность активов	%
5	Рентабельность собственного капитала	%
6	Рентабельность инвестиций	%
<b>Показатели финансовой эффективности</b>		
1	Коэффициент долга	д.е.
2	Коэффициент леввериджа	д.е.
3	Коэффициент финансовой независимости	д.е.
4	Коэффициент покрытия	д.е.
<b>Показатели инвестиционной эффективности</b>		
1	Темп прироста капитальных затрат (инвестиций) по ведущим компаниям	%, к баз. году
2	Простая норма прибыли (SRR)	руб./руб.
3	Срок окупаемости (PBP)	лет



Окончание табл. 1

End of table 1

№ п/п	Наименование показателя	Ед. изм.
4	Индекс доходности затрат	руб./ руб.
5	Индекс доходности инвестиций	руб./ руб.
<b>Показатели энергетической эффективности</b>		
1	Удельный расход природного газа по ведущим компаниям	куб м/руб.
2	Удельный расход электроэнергии по ведущим компаниям	кВт × ч/руб.
3	Удельный расход теплоэнергии по ведущим компаниям	Гкал/руб.
4	Темп прироста расхода ТЭР по видам: природный газ, электро-, теплоэнергия	%, к баз. году
5	Темп прироста экономии ТЭР по видам: природный газ, электро-, теплоэнергия	%, к баз. году
<b>Показатели экологической эффективности</b>		
1	Динамика изменения объема выбросов в окружающую среду	млн т
2	Динамика изменения платы за негативное воздействие на окружающую среду	млн руб.
3	Динамика изменения текущих затрат на охрану окружающей среды и рациональное природопользование	млн руб.
4	Индекс воздействия на окружающую среду (ИВОС)	т/млн м <sup>3</sup>
<b>Интегральная оценка ресурсной эффективности</b>		
1	Интегральный коэффициент по ведущим компаниям	д.е.

и собственных средств предприятия. По нашему мнению, описанная выше модель ресурсоэффективного развития ведущей компании газовой отрасли может успешно функционировать на протяжении долгосрочного периода.

#### **4. Результаты апробации комплексной оценки ресурсоэффективности ведущих компаний газовой отрасли России**

##### **4.1. Рейтинговая оценка состояния ресурсной эффективности**

Нами были проведены анализ существующего состояния за 2019–2020 гг. и сравнительная оценка компаний

по уровню рационального потребления и сбалансированного обеспечения ресурсами.

Анализ производственной эффективности ведущих компаний газовой отрасли России показал следующее:

– фондоотдача составила наибольший объем произведенной продукции с 1 руб. основных средств – 84,3 тыс. м<sup>3</sup>/руб. в транспорте газа, что в два раза больше, чем в переработке и в 10 раз больше чем в добыче газа;

– производительность труда за два анализируемых года наибольшее значение 17,95 млн м<sup>3</sup>/чел. имела в транспорте газа, 7,8 млн м<sup>3</sup>/чел. в добыче газа и наименьшее значение 4,9 млн м<sup>3</sup>/чел. в переработке газа;

– примерно одинаковую оборачиваемость оборотного капитала имели компании добычи и трубопроводного транспорта газа, однако наилучшее значение представлено в переработке газа – 2,6 раз по сравнению с добычей – 3,8 раз и транспортом газа – 3,7 раз;

– наибольший показатель материалоотдачи наблюдался в добыче газа, что обусловлено наименьшими потребностями в материальных ресурсах в производственном процессе и наименьшее значение показателя представлено в переработке и транспорте газа. Снижение материалоотдачи в переработке газа обусловлено ростом потребностей при производстве продукции, в транспорте газа – снижением объемов транспортировки (рис. 3).

Анализ финансовой эффективности ведущих компаний газовой отрасли России показал следующее:

1) наилучшая платежеспособность оборотных активов компании представлена в добыче газа, где коэффициент

долга составил – 3,9 д. е., в транспорте газа – 2,5 д. е. и наименьшее значение показателя в переработке газа – 1,7 д. е.;

2) коэффициент лeverиджа является прямо пропорциональным показателем коэффициенту долга и имел наименьшее значение в добыче газа и соответственно наибольшее в переработке газа;

3) наиболее устойчивое финансовое положение наблюдается в добыче и транспорте газа, имеющем значение коэффициента лeverиджа в 2020 г. – 0,74 и 0,6 д. е. соответственно. Коэффициент финансовой независимости имеет наименьшее значение в переработке газа – 0,42 д. е. по сравнению с относительно одинаковыми значениями добычи и транспорта газа;

4) наибольшее значение коэффициента покрытия показывает наилучшую платежеспособность оборотного капитала компании, в данном случае большее значение в 2020 г. представлено в транспорте газа – 1,24 д. е., что в два раза выше добычи газа – 0,57 д. е.,

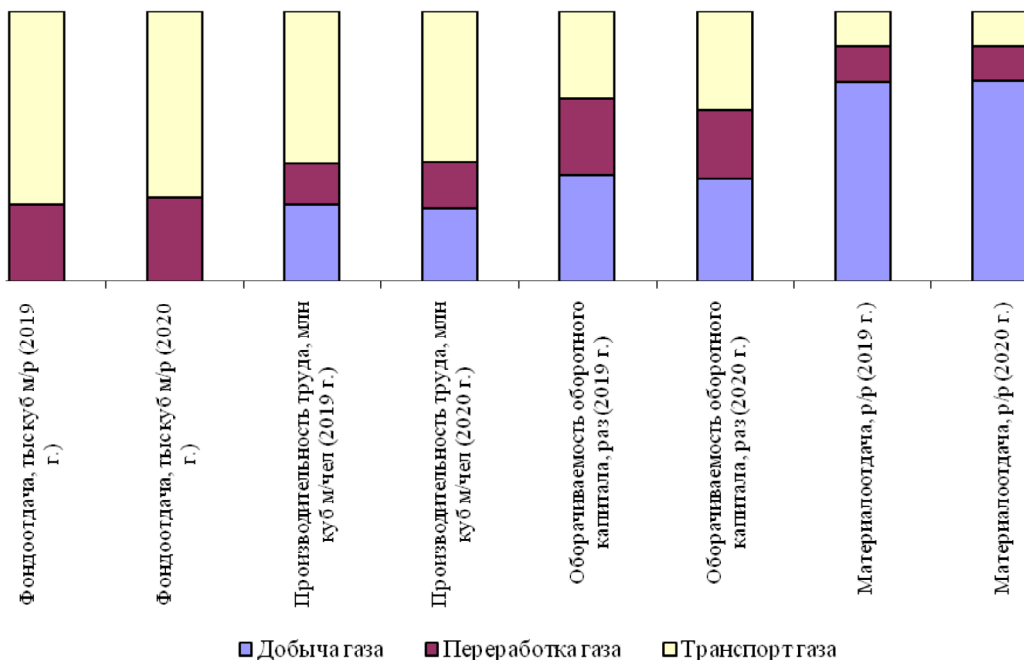


Рис. 3. Сравнительная оценка производственной эффективности  
 Figure 3. Comparative assessment of production efficiency

а в компании переработки газа наблюдается снижение показателя с 1,66 до 1,01 д. е. и соответственно уменьшение платежеспособности (рис. 4).

Анализ инвестиционной эффективности ведущих компаний показывает следующее:

- простая норма прибыли показывает величину дохода, получаемого с 1 руб. вложенных инвестиций, которая имела в 2020 г. наибольшее значение в переработке газа (1,13), и относительно одинаковые значения в добыче газа (0,6) и транспорте газа (0,65);

- срок окупаемости инвестиций имел наилучшее значение в переработке газа – 0,89 года (2020), в транспорте газа наблюдался рост показателя с 2,75 года (2019) до 1,53 года (2020), в добыче газа снижение показателя составило с 1,68 до 1,71 года (2020);

- индекс доходности затрат показывает величину дохода, получающегося с 1 руб. затрат текущей деятельности и составил за 2020 г. в добывающей и перерабатывающей компании примерно одинаковые значения 0,39 и 0,46, соответственно, по сравнению

с наименьшим показателем в транспорте газа (рис. 5) 0,1;

- индекс доходности инвестиций имеет примерно такую же динамику, что и индекс доходности затрат. Так, наибольшее значение в 2020 г. составило в переработке газа – 1,13, значительное улучшение показателя в транспорте газа – 0,59 и снижение доходности в добыче газа – 0,43 (рис. 5).

Анализ рентабельности (рис. 6) ведущих компаний газовой отрасли России показывает, что наибольшие значения по всем показателям рентабельности наблюдаются в компаниях добычи и переработки газа, кроме рентабельности собственного капитала, где переработка газа превалирует.

Если для рентабельности продаж оптимальным значением является 6% и более, то трубопроводный транспорт газа значительно уступает добыче и переработке газа, кроме рентабельности активов, где для трубопроводного транспорта значение составило 7,7%, что выше нормативного (не менее 5%). Также рентабельность собственного капитала, имеющая нормативное значение

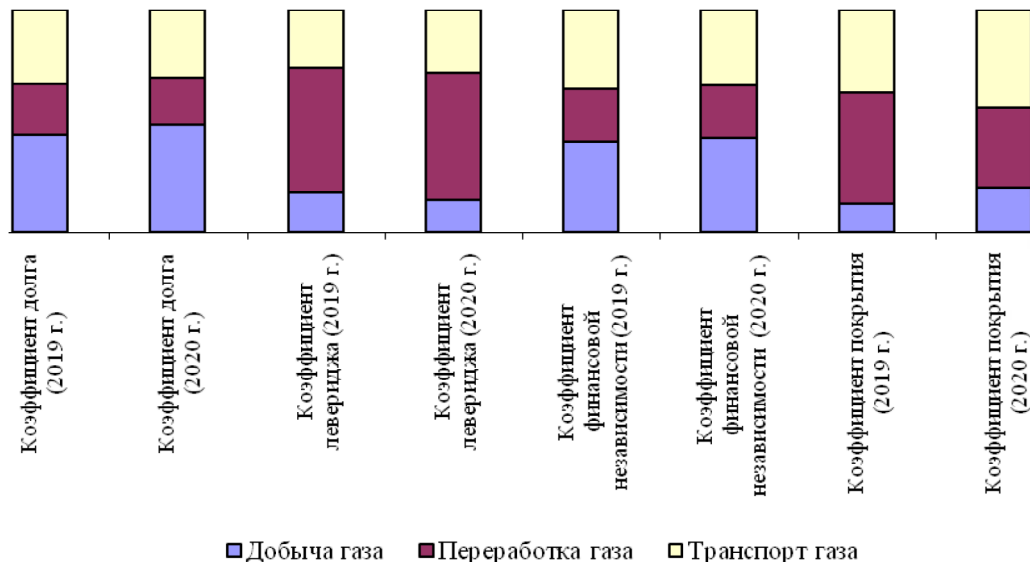


Рис. 4. Сравнительная оценка финансовой эффективности  
 Figure 4. Comparative assessment of financial efficiency

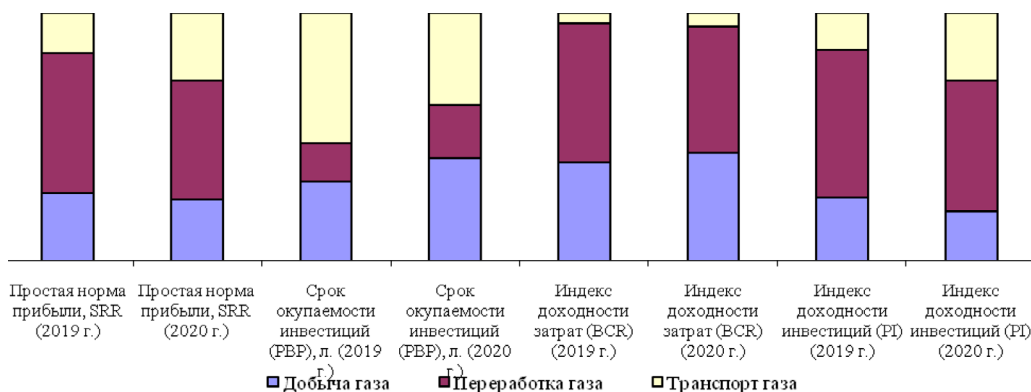


Рис. 5. Сравнительная оценка инвестиционной эффективности  
 Figure 5. Comparative assessment of investment efficiency

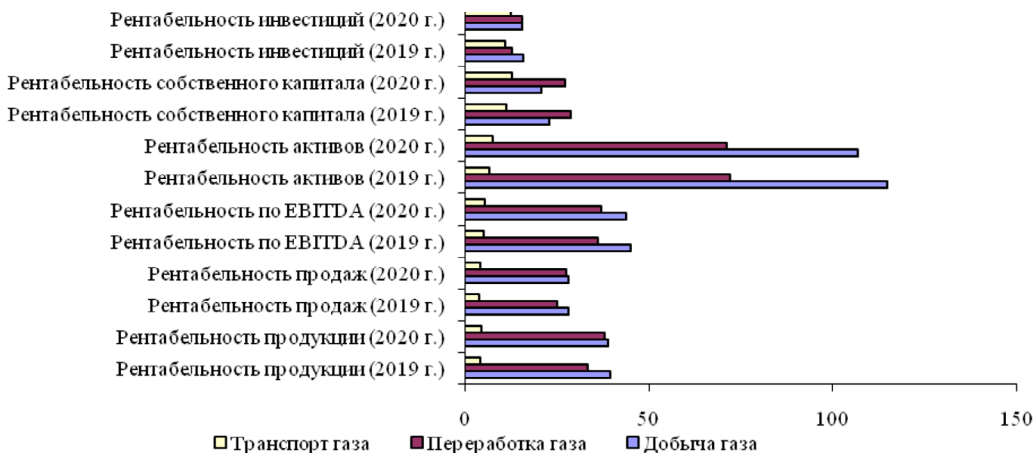


Рис. 6. Сравнительная оценка показателей экономической эффективности  
 Figure 6. Comparative assessment of economic efficiency indicators

16% и более, в компании транспорта газа составила в 2020 г. – 13%, что существенно ниже, чем в добыче – 21% и переработке газа – 27,4%. Соответственно, показатели рентабельности в компаниях добычи и переработки газа являются наиболее привлекательными для перспективного развития бизнеса.

Анализ энергетической эффективности ведущих компаний газовой отрасли России проводился с использованием показателей энергоёмкости и удельного расхода энергоресурсов (рис. 7, 8). Энергоёмкость в данном исследовании представлена показателями

газоёмкости, электроёмкости и теплоёмкости и определяется как отношение расхода энергоресурса на собственные технологические нужды в компаниях добычи, переработки и транспорта газа на единицу объема произведенной продукции. Удельный расход энергоресурса определялся как отношение расхода энергоресурса на собственные технологические нужды в ведущих компаниях газовой отрасли к себестоимости произведенной продукции.

По оценке, проведенной авторами энергопотребления ведущих компаний, в расходной части использования ТЭР

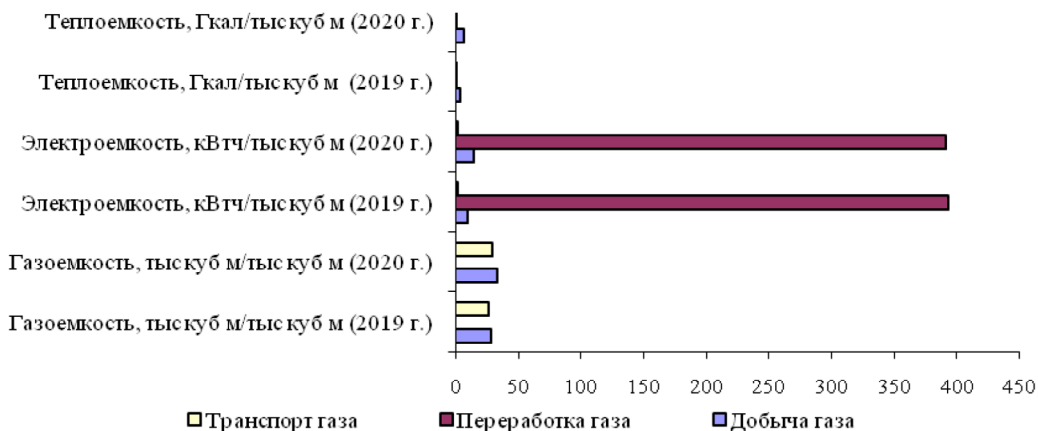


Рис. 7. Сравнительная оценка показателей энергоёмкости ведущих компаний  
 Figure 7. Comparative assessment of energy intensity indicators of leading companies

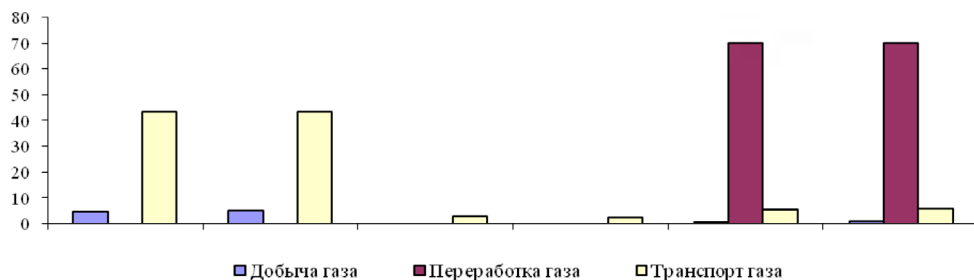


Рис. 8. Показатели расхода энергоресурсов в ведущих компаниях  
 Figure 8. Indicators of energy consumption in leading companies

природный газ в переработке газа как ресурс отсутствует, тогда как в компаниях добычи и транспортировки газа имеет значительные объемы потребления. Причем наибольшее потребление по всем видам ТЭР наблюдается в транспорте газа, в добыче газа расход незначителен и в большей степени потребляется на собственные технологические нужды. Наибольшее потребление электрической энергии имела компания переработки газа, что видно в показателях электроёмкости и удельного расхода электроэнергии, так как использует этот энергоресурс в качестве основного вида.

Анализ экологической эффективности ведущих компаний газовой отрасли России (рис. 9) показал, что

индекс воздействия на окружающую среду (ИВОС) в компаниях добычи и переработки газа имеют тенденцию к снижению.

Индекс воздействия на окружающую среду (ИВОС) был введен в 2017 г. компанией «Сибур» и представляет средний показатель удельных нагрузок на окружающую среду как отношение всех видов воздействия (выбросов, сбросов и отходов) к объему произведенной продукции. По значениям данного показателя в ходе проведенной оценки наибольшее воздействие на окружающую природную среду наносится предприятиями переработки газа, затем добычи и меньше всего при транспортировке газа. Если проводить расчет ИВОС с учетом выбросов парниковых газов, то этот



показатель в трубопроводном транспорте превышает свое значение в сто раз, более того имеет тенденцию роста. В целом на снижение показателя повлияло сокращение как объемов выбросов загрязняющих веществ, так и увеличение объемов производства в компаниях добычи, переработки и транспорта газа за анализируемый период.

В свою очередь сокращение абсолютных объемов выбросов произошло за счет увеличения отраслевыми компаниями затрат, направляемых на охрану окружающей среды и рациональное природопользование.

Проведенная рейтинговая оценка существующего состояния ресурсной эффективности продемонстрировала, что компании добычи и переработки газа имеют большее количество показателей, соответствующих высокому уровню по сравнению с транспортом газа, средний уровень разделили компании переработки и транспорта газа, а низший уровень заняли компании добычи и транспорта газа по сравнению с переработкой газа.

Таким образом, в трубопроводном транспорте наблюдается устойчивое снижение показателей ресурсной эффективности, а именно в экономической и инвестиционной деятельности, но на достаточно высоком уровне находится производственная, энергетическая и экологическая эффективность. В компаниях добычи и переработки газа, наоборот, наблюдается рост

эффективности экономической, финансовой и инвестиционной деятельности.

#### 4.2. Прогноз ресурсоэффективного варианта развития

Нами был проведен прогноз ресурсоэффективного варианта с учетом выбранных перспектив развития в отраслевых компаниях и современных тенденций изменения рыночной конъюнктуры, который предусматривает рациональный выбор комплекса мероприятий и устойчивое состояние ключевых параметров эффективного использования ресурсов всех сфер деятельности компании. Целевые показатели перспектив развития компаний газовой отрасли представлены в таблице 2.

Прогнозное увеличение объемов добычи природного газа с учетом доли «Новатэк» в производстве совместной продукции к 2025 г. составит 109 млрд м<sup>3</sup> и в 2030 г. – 126 млрд м<sup>3</sup>. Среднегодовой темп роста потребления продукции нефтегазохимии в России за 2020–2025 гг. составляет 3,95 %, соответственно за пять лет прогнозного периода величина составит 19,8 %. По программе энергосбережения и повышения эффективности газотранспортного предприятия прогнозные значения целевого показателя по удельному расходу ТЭР (природный газ и электроэнергия) на собственные нужды в год составит 27,51 кг у. т/млн м<sup>3</sup>·км. Прогноз снижения потребления энергоресурсов

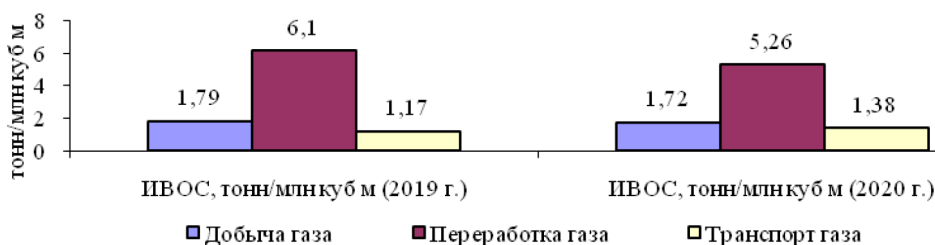


Рис. 9. Сравнительная оценка экологической эффективности  
Figure 9. Comparative assessment of environmental efficiency

Таблица 2. Целевые показатели перспективного развития компаний газовой отрасли

Table 2. Target indicators of long-term development of gas industry companies

Показатели перспектив роста	Ведущие компании газовой отрасли	Добыча газа («Новатэк») 2025 г.	Переработка газа («Сибур») 2025 г.	Трубопроводный транспорт («Газпром») 2025 г.
Объем добычи природного газа с учетом доли НОВАТЭК в производстве СП, млрд м <sup>3</sup>		109	–	–
Темп роста потребления продукции нефтегазохимии в России, %		–	19,8	–
Темп снижения потребления энерго-ресурсов на СТН при оказании услуг по транспортировке газа, %		природного газа		5,0
		электроэнергии		6,0
Темп снижения удельного потребления энергетических ресурсов на СНТ при транспортировке газа, кг у. т/млн м <sup>3</sup> · км		–		3,6
Темп снижения технологических потерь газа при его транспортировке, млн м <sup>3</sup>		–		358,5

к 2025 г. по отношению к 2020 г. составит по природному газу 5 %, по электроэнергии – 6 %.

Целевой показатель по технологическим потерям природного газа в год

составляет 61,48 млн м<sup>3</sup>, к 2025 г. эта величина достигнет 358,5 млн м<sup>3</sup>. Прогноз ресурсоэффективного варианта развития отраслевых компаний на 2025 г. представлен в таблице 3.

Таблица 3. Прогноз ресурсоэффективного варианта развития ведущих компаний на 2025 г.

Table 3. Forecast of resource-efficient variant of development of leading companies in 2025

Показатели эффективности	Добыча газа	Переработка газа	Транспорт газа
<b>1. Изменение рыночной конъюнктуры</b>			
Объем произведенной продукции, млрд м <sup>3</sup>	109		
Объем переработанного сырья, млрд м <sup>3</sup>		37,8	
Объем транспортируемой продукции, млрд м <sup>3</sup>			866,3
Темп прироста объема произведенной продукции, %	110	110	110
Темп прироста выручки от реализации продукции, %	113	112	113

Продолжение табл. 3

Continuation of table 3

Показатели эффективности	Добыча газа	Переработка газа	Транспорт газа
Темп прироста затрат на производство продукции, %	109	106,8	107
Темп прироста инвестиций, %	108,2	117	118,4
Темп прироста расхода природного газа, %	107,8	–	100
Темп прироста расхода электроэнергии, %	107,5	108	96,6
Темп прироста расхода теплотенергии, %	107,3	105	103,5
Темп прироста выбросов загрязняющих веществ, %	89,9	89,9	98,1
Темп прироста затрат на ОПС, %	175	178	116
<b>2. Повышение производственной эффективности</b>			
Фондоотдача, тыс. м <sup>3</sup> /руб.	0,18	26,6	216,5
Производительность труда, млн м <sup>3</sup> /чел	8,2	9,84	104,5
Оборачиваемость оборотного капитала, раз	2,8	1,42	0,297
Материалоотдача, тыс. м <sup>3</sup> /руб.	3040	204,3	41,1
Материалоотдача, руб./руб.	27,4	4,42	0,013
Материалоемкость, руб./руб.	0,037	0,23	76,9
<b>3. Повышение экономической эффективности</b>			
Рентабельность продукции, %	38,1	68	24
Рентабельность продаж, %	32,1	47,3	28,6
Рентабельность по EBITDA, %	47,8	48,5	60,7
Рентабельность активов, %	89,5	69,2	28,9
Рентабельность собственного капитала, %	17	24,8	13,1
Рентабельность инвестиций, %	14,8	17,3	12,4
<b>4. Повышение эффективности финансовой деятельности</b>			
Коэффициент долга	53,2	1,93	28,6
Коэффициент левиреджа	0,02	1,05	0,036
Коэффициент финансовой независимости	1,1	0,5	1,2
Коэффициент покрытия	1,9	1,23	12,4
<b>5. Повышение эффективности инвестиционной деятельности</b>			
Простая норма прибыли (SRR), руб./руб.	0,56	0,56	1,09

Окончание табл. 3

End of table 3

Показатели эффективности	Добыча газа	Переработка газа	Транспорт газа
Срок окупаемости (PBP), лет	1,79	1,79	0,92
Индекс доходности затрат (BCR), руб./руб.	0,37	0,46	0,235
Индекс доходности инвестиций (PI), руб./руб.	0,34	0,55	0,1
<b>6. Повышение энергетической эффективности</b>			
Уд. расход природного газа, тыс. м <sup>3</sup> /тыс. руб.	4,8	–	255,1
Уд. расход электроэнергии, кВт · ч/тыс. руб.	0,002	–	53,6
Уд. расход электроэнергии, кВт · ч/руб.	–	0,03	–
Уд. расход теплоэнергии, Гкал /тыс. руб.	0,001	0,06	0,023
Газоемкость, тыс. м <sup>3</sup> /тыс. м <sup>3</sup>	31,9	–	62,3
Электроемкость, кВт · ч/тыс. м <sup>3</sup>	13,3	386	13,0
Теплоемкость, Гкал/тыс. м <sup>3</sup>	6,6	0,79	0,006
<b>7. Повышение экологической эффективности</b>			
Индекс воздействия на окружающую среду (ИВОС), т/млн м <sup>3</sup>	0,82	2,79	2,33

Примечание: рассчитано авторами.

Ресурсоэффективный прогноз отражает рост показателей *производительной эффективности*. Производительность труда увеличится во всех компаниях отрасли и произойдет рост фондоотдачи в газопереработке (10,8%). Ускорение оборачиваемости оборотного капитала будет связано с сокращением производственного цикла и ростом объемов реализации продукции в компаниях газовой отрасли. На этом фоне произойдет стабилизация материалоотдачи в газопереработке, что связано с уменьшением стоимости сырья и основных материалов в производстве продукции и ростом объемов переработки газа.

Выравнивание величины операционной прибыли компании и оптимизация капитальных затрат, необходимых для реализации крупных инвестиционных проектов, положительно отразится

на показателях *экономической эффективности* ведущих компаний. Все показатели рентабельности будут иметь тенденцию роста.

Показатели *финансовой эффективности* стабилизируют финансовое положение во всех компаниях газовой отрасли, что характеризуется продлением тенденции роста величины собственного капитала, созданием совместных производств, сокращением величины кредитных ресурсов и высоким уровнем кредитоспособности ведущих компаний отрасли.

Стабильная динамика показателей *инвестиционной эффективности* в прогнозном ресурсоэффективном варианте может быть достигнута путем оптимизации инвестиционных программ и проектов, оценки их целесообразности и реализуемости в компаниях

добычи, переработки и трубопроводного транспорта природного газа.

Прогнозные показатели *энергетической эффективности* в ведущих компаниях будет иметь относительно стабильное снижение расходования всех видов ТЭР. Снижение потребления энергоресурсов при транспортировке газа в ресурсоэффективном варианте может быть достигнуто пересмотром и совершенствованием программ по энергосбережению и повышению энергетической эффективности на корпоративном уровне.

Прогноз показателей *экологической эффективности* показывает положительную тенденцию во всех компаниях отрасли. На динамику ИВОС окажет влияние увеличение темпов роста затрат на охрану окружающей среды и снижение темпов роста выбросов загрязняющих веществ.

#### 4.3. Оценка интегрального коэффициента ресурсоэффективности

Для окончательного принятия решения об уровне ресурсной эффективности авторами проведен расчет интегрального коэффициента ресурсоэффективности ведущих компаний. Интегральная оценка ресурсной эффективности была произведена методом многомерной классификации (или

многомерных группировок) на основе многомерных средних. В соответствии с предложенной методологией определения интегрального коэффициента можно судить об уровне ресурсной эффективности ведущей компании или газовой отрасли в целом в зависимости от полученного значения показателя (рис. 10).

В начале анализируемого периода (2017 г.) высокий уровень ресурсной эффективности наблюдается в трубопроводном транспорте газа и наименьший в переработке газа. В добыче газа за весь анализируемый период, уровень ресурсной эффективности относительно стабильный, а к окончанию прогнозного периода (2025 г.) ожидается его рост на 23,6%. Если для деятельности газопереработки компании «Сибур» уровень ресурсоэффективности за период анализа 2017–2020 гг. и прогноза 2023–2025 гг. не изменится, то для деятельности трубопроводного транспорта газа снижение интегрального показателя с 3,05 в 2017 г. до 2,04 к 2025 г. составит 49,5%.

#### 5. Обсуждение результатов

Ранее рядом российских исследователей (табл. 3) предпринимались попытки оценки ресурсной эффективности. Предложенные методы и подходы не отражают в полной степени комплексного функционирования компаний,

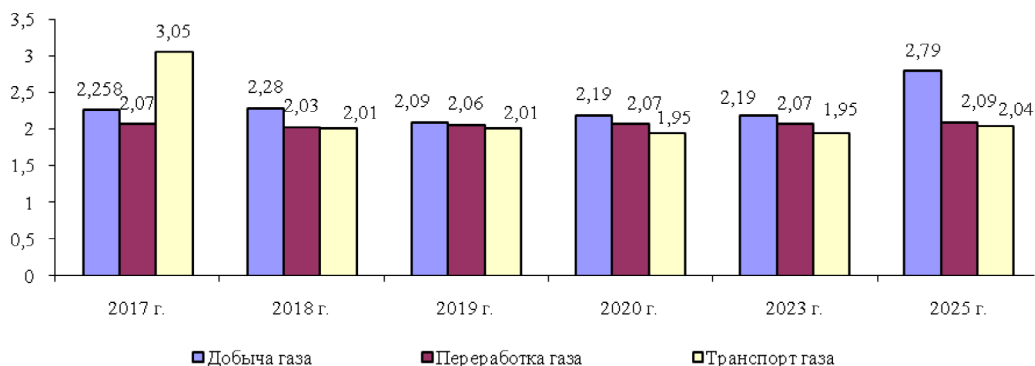


Рис. 10. Динамика интегрального коэффициента ведущих компаний

Figure 10. Dynamics of the integral coefficient of leading companies



но хорошо учитывают специфику российской промышленности. Поэтому данные методики могут быть использованы в нашем исследовании.

Предлагаемые методики различных авторов существенно отличаются и имеют разрозненный характер, оценка проводится по отдельным показателям или сферам деятельности компании. В большинстве работ предлагается расчет отдельных составляющих ресурсной эффективности и агрегирование удельных показателей. Данные исследования не учитывают систематизации и комплексного подхода в проведении ресурсосберегающей деятельности производственных и социально-экономических систем. Авторы при изучении эффективного использования ресурсов в основном концентрируются на энергетической эффективности, где

в качестве энергоресурсов рассматриваются природный газ, электрическая и тепловая энергия. Задачи сбережения и эффективного использования производственных ресурсов зачастую отходят на второй план, а потенциалы инвестиционной, финансовой, экологической деятельности, имеющийся у каждой компании, совсем не рассматриваются.

Предложенный нами методологический подход к комплексной оценке ресурсоэффективности отличается от существующих методик системой показателей. В отличие от рассмотренных подходов, предлагаемая методология является актуальной в современных условиях, востребованной с практической точки зрения и позволяет комплексно оценить эффективность использования всех ресурсов компании, выявить возможные неиспользованные

Таблица 3. Российские подходы к оценке ресурсоэффективности

Table 3. Russian approaches to resource efficiency assessment

Автор	Характеристика	Недостатки
Кокшаров	Предложена динамическая оценка ТЭБ как определенное соотношение темпов роста энергетических и экономических показателей металлургического предприятия [2]	Данная методика не учитывает специфики других отраслей промышленности, что затрудняет ее применение
Тимаков	Предложена трехуровневая методика оценки энергоэффективности по оборудованию, технологиям и предприятию в целом [3]	Оставляет без внимания экономическую, инвестиционную, экологическую и другие сферы деятельности компании
Криворотов, Калина и др	Рассмотрен методический подход к оценке энергоэффективности деятельности компании [4]	Методика включает расчет экономических и экологических показателей эффективности производственной деятельности, но другие сферы деятельности предприятия в оценке не участвуют
Караева, Магарил	Предложена система показателей влияния инвестиционных решений на экологическую эффективность компании [5]	Исследование направлено на изучение эффективности использования энергетических ресурсов и не предусматривает комплексной оценки и рассмотрения других сфер деятельности компании

резервы и определить ресурсоэффективные бизнес-процессы будущего развития компании.

## 6. Заключение

В ходе проведенного авторами анализа существующих методик оценки ресурсоэффективности установлено, что предлагаемые методы и инструменты должны иметь единый подход и включать комплексную оценку по выбранному составу показателей использования ресурсов производственной компанией и их сравнение с аналогичными предприятиями.

Разработанная методология позволила на основе сценарного прогнозирования и провести сравнительный анализ развития отраслевых компаний по уровню ресурсосбережения, ресурсной обеспеченности и ресурсопотребления в постпрогнозном и прогнозном периоде. С помощью прогнозно-аналитического инструментария и интегральной оценки построен ресурсоэффективный вариант развития при выборе перспективных бизнес-процессов отраслевых компаний и газовой отрасли в целом.

Предлагаемая методология комплексной оценки ресурсоэффективности позволила учесть особенности регулирования ресурсосберегающей политики как инструмента управления и согласования на отраслевом и корпоративном уровне.

Оценка эффективности применения методологии комплексной оценки

выражается в росте ресурсной эффективности, что соответствует принципам циркулярной экономики, а предлагаемая методология позволила сопоставить результаты и затраты принимаемых решений в различных условиях развития ведущей компании газовой отрасли с последующим выбором ресурсоэффективного варианта.

Сравнительная оценка позволила увидеть существующее состояние и последствия экономической ситуации без возможной реализации бизнес-процессов отраслевыми предприятиями, а также построить перспективные направления их ресурсоэффективного развития.

В результате проведенного исследования подтверждена гипотеза. Нами обоснована возможность применения прогнозно-аналитического инструментария комплексной оценки эффективности использования ресурсов, с помощью которого можно построить ресурсоэффективный сценарий развития отраслевых компаний.

В ходе апробации методологии комплексной оценки был получен прогнозный вариант развития ведущих компаний газовой отрасли России, заключающийся в выравнивании показателей роста ресурсной эффективности в добыче, переработке и трубопроводном транспорте газа с учетом их отраслевой специфики применения перспективных мероприятий и современных тенденций изменения рыночной конъюнктуры к 2025 г.

## Список использованных источников

1. Чоджой М. Х. Энергосбережение в промышленности / пер. с англ. М.: Металлургия, 1982. 270 с.
2. Кокшаров В. А. Комплексное управление перспективным энергопотреблением металлургических предприятий : дис. ... д-ра экон. наук. Екатеринбург, 2016. 387 с.
3. Тимаков В. В. Проблемы оценки энергоэффективности корпораций и технологий // Академия энергетики. 2012. № 3 (47). С. 70–77.
4. Криворотов В. В., Калина А. В., Ерыпалов С. Е., Корякина П. А. Энергоэффективность медных компаний России как основа обеспечения их глобальной конкурентоспособ-

ности // Journal of Applied Economic Research. 2021. Т. 20, № 3. С. 428–460. DOI: 10.15826/vestnik.2021.20.3.018.

5. Караева А. П., Магарил Е. П. Показатели природоемкости производства энергии как инструмент оценки эффективности проектов в энергетике // Journal of Applied Economic Research. 2020. Т. 19, № 2. С. 166–179. DOI: 10.15826/vestnik.2020.19.2.009.

6. Башмаков И. А., Дзедзичек М. Г., Лунин А. А., Лебедев О. В. Характеристики и индикаторы энергетической эффективности в Ростовской, Тверской и Свердловской областях : отчет. М.: ЦЭНЭФ, 2009.

7. Shove E. What is wrong with energy efficiency? // Building Research & Information. 2018. Vol. 46, Issue 7. Pp. 779–789. DOI: 10.1080/09613218.2017.1361746.

8. Sebhatu S. Corporate Social Responsibility for Sustainable Service Dominant Logic // International Review on Public and Nonprofit Marketing. 2010. Vol. 7, Issue 2. Pp. 195–196. DOI: 10.1007/s12208-010-0052-7.

9. Forster H. A. Saving Money or Saving Energy? Decision Architecture and Decision Modes to Encourage Energy Saving Behaviors: Doctoral Thesis. Columbia University, 2020. DOI: 10.7916/d8-wbjn-4w80.

10. Koirala B. P. Integrated Community Energy Systems: Doctoral Thesis. DiVA Archive at Uppsalla University, 2017. 220 p.

11. Complex Systems and Social Practices in Energy Transitions: Framing Energy Sustainability in the Time of Renewables / edited by N. Labanca. Springer, 2017. 337 p.

12. Lutzenhiser L. Through the energy efficiency looking glass // Energy Research & Social Science. 2014. Vol. 1. Pp. 141–151. DOI: 10.1016/j.erss.2014.03.011.

13. Li W., Chien F., Hsu C. C., Zhang Y. Q. et al. Nexus between energy poverty and energy efficiency: Estimating the long-run dynamics // Resources Policy. 2021. Vol. 72. P. 102063. DOI: 10.1016/j.resourpol.2021.102063.

14. D'Antonio M., Hildt N. Energy Efficiency Opportunities in the Glass Manufacturing Industry // Energy & Resource Solutions. 2002. Vol. 4. Pp. 87–98.

15. Koondhar M. A., Qiu L., Li H., Liu W., He G. A nexus between air pollution, energy consumption and growth of economy: A comparative study between the USA and China-based on the ARDL bound testing approach // Agricultural Economics. 2018. Vol. 64. Pp. 265–276. DOI: 10.17221/101/2017-AGRICECON.

16. Nykänen R. Emergence of an Energy Saving Market: The Rise of Energy Service Companies. University of Oulu, 2016. 233 p.

17. Paramati S. R., Shahzad U., Dogan B. The role of environmental technology for energy demand and energy efficiency: Evidence from OECD countries // Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2022. Vol. 153. P. 111735. DOI: 10.1016/j.rser.2021.111735.

18. Cao W., Chen S., Huang Z. Does Foreign Direct Investment Impact Energy Intensity? Evidence from Developing Countries // Mathematical Problems in Engineering. Vol. 2020. P. 5695684. DOI: 10.1155/2020/5695684.

19. Rosén T. Efficiency of Heat and Work in a Regional Energy System: Licentiate Thesi. Linköping: Linköping University Electronic Press, 2019. 61 p. Available at: <http://liu.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A1377104&dsid=9694>.

20. Teng S. Y. Intelligent Energy-Savings and Process Improvement Strategies in Energy-Intensive Industries. Brno: Vysoké učení technické v Brně, 2020. Available at: <http://hdl.handle.net/11012/195697>.

21. Triquenaux N. Energy Characterization and Savings in Single and Multiprocessor Systems: understanding how much can be saved and how to achieve it in modern systems: Electronic Thesis or Dissertation. Versailles-St Quentin en Yvelines, 2015. Available at: <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01331790>.

22. *Wiatr P.* Energy Saving vs. Performance: Trade-offs in Optical Networks: Doctoral Thesis. DiVA Archive at Upsalla University, 2016. Available at: <http://kth.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A925607&dswid=-9661>.

23. *Yang C., Gao F., Dong M.* Energy efficiency modeling of integrated energy system in coastal areas // *Journal of Coastal Research*. 2020. Special Issue No. 103. Pp. 995–1001. DOI: 10.2112/SI103–207.1.

24. *Naveiro M., Gomez M., Fern'andez I., Insua A. B.* Energy efficiency and environmental measures for Floating Storage Regasification Units // *Journal of Natural Gas Science and Engineering*. 2021. Vol. 96. P. 104271. DOI: 10.1016/j.jngse.2021.104271.

25. *Kheirkhah Z., Boozarjomehry R., Babaei F., Pishvaie S. M. R.* A unified benchmark for security and reliability assessment of the integrated chemical plant, natural gas and power transmission networks // *Journal of Natural Gas Science and Engineering*. 2021. Vol. 96. P. 104293. DOI: 10.1016/j.jngse.2021.104293.

26. *Khan M., Wood D., Qyyum M., Ansari K., Ali W., Wazwaz A., Dutta A.* Graphical approach for estimating and minimizing boil-off gas and compression energy consumption in LNG regasification terminals // *Journal of Natural Gas Science and Engineering*. 2022. Vol. 101. P. 104539. DOI: 10.1016/j.jngse.2022.104539.

27. *Hsieh J-C.* Study of energy strategy by evaluating energy–environmental Efficiency // *Energy Reports*. 2022. Vol. 8. Pp. 1397–1409. DOI: 10.1016/j.egyr.2021.12.061.

28. *Bhagaloo K., Baboolal A., Ali R., Razac Z., Lutchmansingh A., Mangra A., Muhammad T., Ward K.* Resource efficiency as a guide to clean and affordable energy: A case study on Trinidad and Tobago // *Chemical Engineering Research and Design*. 2022. Vol. 178. Pp. 405–420. DOI: 10.1016/j.cherd.2021.12.026.

29. *Важенина Л. В.* Проектное управление стратегией энергоэффективности и энергосбережения в газовом секторе экономики // *Studies on Russian Economic Development*. 2015. Т. 26, № 1. С. 37–46.

30. *Проскуряков В. М., Самуйловичус Р. Й.* Эффективность использования топливно-энергетических ресурсов: показатели, факторы роста, анализ. М.: Экономика, 1988. 175 с.

31. *Цыбатов В. А., Важенина Л. В.* Методические подходы к анализу и прогнозированию развития топливно-энергетического комплекса в регионе // *Экономика региона*. 2014. № 4. С. 188–199. DOI: 10.17059/2015-1-16.

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

### **Важенина Лариса Витальевна**

Кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики и организации производства Тюменского индустриального университета, г. Тюмень, Россия (625001, г. Тюмень, ул. Володарского, 38); ORCID 0000-0003-0472-3815; e-mail: [vagenina@rambler.ru](mailto:vagenina@rambler.ru).

### **Магарил Елена Роменовна**

Доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой экономики природопользования Уральского федерального университета имени первого Президента России Б. Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия (620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19); ORCID 0000-0003-3034-9978; e-mail: [magaril67@mail.ru](mailto:magaril67@mail.ru).

### **Майбуров Игорь Анатольевич**

Доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой финансового и налогового менеджмента Уральского федерального университета имени первого Президента России Б. Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия (620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19); ORCID 0000-0001-8791-665X; e-mail: [mayburov.home@gmail.com](mailto:mayburov.home@gmail.com).

## **БЛАГОДАРНОСТИ**

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-28-01740, <https://rscf.ru/project/22-28-01740/>.

## **ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ**

Важенина Л. В., Магарил Е. Р., Майбуров И. А. Комплексная оценка ресурсоэффективности компаний газовой отрасли России // *Journal of Applied Economic Research*. 2022. Т. 21, № 3. С. 454–485. DOI: 10.15826/vestnik.2022.21.3.016.

## **ИНФОРМАЦИЯ О СТАТЬЕ**

Дата поступления 15 апреля 2022 г.; дата поступления после рецензирования 13 мая 2022 г.; дата принятия к печати 23 июня 2022 г.




## Comprehensive Assessment of Resource Efficiency of Russian Gas Industry Companies

L. V. Vazhenina<sup>1</sup>  , E. R. Magaril<sup>2</sup> , I. A. Mayburov<sup>2</sup> 

<sup>1</sup> Tyumen Industrial University,  
Tyumen, Russia

<sup>2</sup> Ural Federal University  
named after the first President of Russia B. N. Yeltsin,  
Ekaterinburg, Russia

 vagenina@rambler.ru

**Abstract.** The purpose of this study is to develop methodological foundations for a comprehensive assessment of the resource efficiency of natural gas extraction, processing and pipeline transportation companies as the basis for balanced consumption and resource provision. The study shows that in complex and rapidly changing conditions, the growth of global consumption of hydrocarbons, in particular natural gas, triggers a search for new resource-saving methods and technologies that reduce the resource intensity of industrial production and the impact on the environment, to develop resource-efficient methods and resource-saving policies. The paper proposes a conceptual approach to a comprehensive assessment of the resource efficiency of gas industry companies and highlights its main provisions. A methodological approach and a methodology for a comprehensive assessment of the resource efficiency of the gas industry have been developed, including an integral calculation and a comparative assessment of the resource efficiency indicators of industrial enterprises: extraction, processing and pipeline transport of natural gas. The proposed methodology for a comprehensive assessment of resource efficiency is distinguished by a system of indicators reflecting the functioning of production, economic, financial, investment, energy and environmental spheres of activity, which makes it possible, based on simulation modeling and scenario forecasting, to conduct a comparative analysis of the development of industry companies by the level of resource conservation, resource availability and resource consumption in the post-forecast and forecast period. The proposed methodology for a comprehensive assessment of resource efficiency in the formation of an optimal structure of resource supply and resource consumption of an industrial enterprise is distinguished by the use of predictive and analytical tools and simulation modeling of the activities of industrial companies, which enables them to determine their resource-efficient development option and select promising business processes. The methodological tools were tested using the cases of companies engaged in gas production (Novatek), gas processing (Sibur) and pipeline gas transportation (Gazprom). The analysis of the results of the conducted approbation showed the existing differences in modern mechanisms for resource conservation, consumption and provision of resources in industry companies, as well as possible growth points and prospects for their resource-efficient development.

**Key words:** gas industry companies; resource efficiency indicators; circular economy; comprehensive assessment; integral calculation; resource-saving projects; resource availability.

JEL C13, L16, Q40

## References

1. Chodjov, M. Kh. (1982). *Energy Saving in Industries*. Moscow, Metallurgiya. (In Russ.).
2. Koksharov, V. A. (2016). *Kompleksnoe upravlenie perspektivnym energopotrebleniem metallurgicheskikh predpriatii*. Doctoral theses in economics.. Ekaterinburg. (In Russ.).
3. Timakov, V. V. (2012). Problemy otsenki energoeffektivnosti korporatsiy i tekhnologiy [Problems of evaluating the energy efficiency of corporations and technologies]. *Akademiya Energetiki [Energy Industry Academy]*, No. 3 (47), 70–77. (In Russ.).
4. Krivorotov, V. V., Kalina, A. V., Erypalov, S. E., Koryakina, P. A. (2021). Energy Efficiency of Russian Copper Companies as a Basis for Ensuring Their Global Competitiveness. *Journal of Applied Economic Research*, Vol. 20, No. 3, 428–460. DOI: 10.15826/vestnik.2021.20.3.018. (In Russ.).
5. Karaeva, A. P., Magaril, E. R. (2020). Indicators of the natural intensity of energy production as a tool for evaluating the effectiveness of projects in the energy sector. *Journal of Applied Economic Research*, Vol. 19, No. 2, 166–179. DOI: 10.15826/vestnik.2020.19.2.009. (In Russ.).
6. Bashmakov, I. A., Dzedzichuk, M. G., Lunin, A. A., Lebedev, O. V. (2009). *Kharakteristiki i indikatory energeticheskoi effektivnosti v Rostovskoi, Tverskoi i Sverdlovskoi oblastiakh: otchet v ramkakh proekta Evropeiskogo soiuzha «Privlechenie investitsii v energosberegaiushchie proekty regionov Rossii» [Characteristics and indicators of energy efficiency in Rostov, Tver and Sverdlovsk regions: a report within the framework of the European Union-sponsored project «Attracting investors to energy saving projects in the regions of Russia»]*. Moscow, CENEF. (In Russ.).
7. Shove, E. (2018). What is wrong with energy efficiency? *Building Research & Information*, Vol. 46, Issue 7, 779–789. DOI: 10.1080/09613218.2017.1361746.
8. Sebhatu, S. (2010). Corporate Social Responsibility for Sustainable Service Dominant Logic. *International Review on Public and Nonprofit Marketing*, Vol. 7, Issue 2, 195–196. DOI: 10.1007/s12208-010-0052-7.
9. Forster, H. A. (2020). *Saving Money or Saving Energy? Decision Architecture and Decision Modes to Encourage Energy Saving Behaviors: Doctoral Thesis*. Columbia University. DOI: 10.7916/d8-wbjn-4w80.
10. Koirala, B. P. (2017). *Integrated Community Energy Systems: Doctoral Thesis*. DiVA Archive at Uppsala University, 220 p.
11. *Complex Systems and Social Practices in Energy Transitions: Framing Energy Sustainability in the Time of Renewables*. Edited by N. Labanca (2017). Springer, 337 p.
12. Lutzenhiser, L. (2014). Through the energy efficiency looking glass. *Energy Research & Social Science*, Vol. 1, 141–151. DOI: 10.1016/j.erss.2014.03.011.
13. Li, W., Chien, F., Hsu, C. C., Zhang, Y. Q. et al. (2021). Nexus between energy poverty and energy efficiency: Estimating the long-run dynamics. *Resources Policy*, Vol. 72, 102063. DOI: 10.1016/j.resourpol.2021.102063.
14. D'Antonio, M., Hildt, N. (2002). Energy Efficiency Opportunities in the Glass Manufacturing Industry. *Energy & Resource Solutions*, Vol. 4, 87–98.
15. Koondhar, M. A., Qiu, L., Li, H., Liu, W., He, G. (2018). A nexus between air pollution, energy consumption and growth of economy: A comparative study between the USA and China-based on the ARDL bound testing approach. *Agricultural Economics*, Vol. 64, 265–276. DOI: 10.17221/101/2017-AGRICECON.
16. Nykänen, R. (2016). *Emergence of an Energy Saving Market: The Rise of Energy Service Companies*. University of Oulu, 233 p.
17. Paramati, S. R., Shahzad, U., Dogan, B. (2022). The role of environmental technology for energy demand and energy efficiency: Evidence from OECD countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 153, 111735. DOI: 10.1016/j.rser.2021.111735.

18. Cao, W., Chen, S., Huang, Z. (2020). Does Foreign Direct Investment Impact Energy Intensity? Evidence from Developing Countries. *Mathematical Problems in Engineering*, Vol. 2020, 5695684. DOI: 10.1155/2020/5695684.
19. Rosén, T. (2019). *Efficiency of Heat and Work in a Regional Energy System: Licentiate Thesis*. Linköping: Linköping University Electronic Press, 61 p. Available at: <http://liu.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A1377104&dswid=9694>.
20. Teng, S. Y. (2020). *Intelligent Energy-Savings and Process Improvement Strategies in Energy-Intensive Industries*. Brno, Vysoké učení technické v Brně. Available at: <http://hdl.handle.net/11012/195697>.
21. Triquenau, N. (2015). *Energy Characterization and Savings in Single and Multiprocessor Systems: understanding how much can be saved and how to achieve it in modern systems: Electronic Thesis or Dissertation*. Versailles-St Quentin en Yvelines. Available at: <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01331790>.
22. Wiatr, P. (2016). *Energy Saving vs. Performance: Trade-offs in Optical Networks: Doctoral Thesis*. DiVA Archive at Upsalla University. Available at: <http://kth.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A925607&dswid=-9661>.
23. Yang, C., Gao, F., Dong, M. (2020). Energy efficiency modeling of integrated energy system in coastal areas. *Journal of Coastal Research*, Special Issue No. 103, 995–1001. DOI: 10.2112/SI103–207.1.
24. Naveiro, M., Gomez, M., Fern'andez, I., Insua, A.B. (2021). Energy efficiency and environmental measures for Floating Storage Regasification Units. *Journal of Natural Gas Science and Engineering*, Vol. 96, 104271. DOI: 10.1016/j.jngse.2021.104271.
25. Kheirkhah, Z., Boozarjomehry, R., Babaei, F., Pishvaie, S.M.R. (2021). A unified benchmark for security and reliability assessment of the integrated chemical plant, natural gas and power transmission networks. *Journal of Natural Gas Science and Engineering*, Vol. 96, 104293. DOI: 10.1016/j.jngse.2021.104293.
26. Khan, M, Wood, D., Qyyum, M, Ansari, K., Ali, W., Wazwaz, A., Dutta, A. (2022). Graphical approach for estimating and minimizing boil-off gas and compression energy consumption in LNG regasification terminals. *Journal of Natural Gas Science and Engineering*, Vol. 101, 104539. DOI: 10.1016/j.jngse.2022.104539.
27. Hsieh, J-C. (2022). Study of energy strategy by evaluating energy–environmental Efficiency. *Energy Reports*, Vol. 8, 1397–1409. DOI: 10.1016/j.egyr.2021.12.061.
28. Bhagaloo, K., Baboolal, A., Ali, R., Razac, Z., Lutchmansingh, A., Mangra, A., Muhammad, T., Ward, K. (2022). Resource efficiency as a guide to clean and affordable energy: A case study on Trinidad and Tobago. *Chemical Engineering Research and Design*, Vol. 178, 405–420. DOI: 10.1016/j.cherd.2021.12.026.
29. Vazhenina, L. V. (2015). Proektnoe upravlenie strategiei energoeffektivnosti i energosberezheniia v gazovom sektore ekonomiki (Project management of strategy for energy efficiency and energy conservation in the gas sector of the economy). *Studies on Russian Economic Development*, Vol. 26, No. 1, 37–46. (In Russ.).
30. Proskuryakov, V.M., Samuiliavichius, R. I. (1988). *Effektivnost ispolzovaniia toplivno-energeticheskikh resursov: pokazateli, faktory rosta, analiz (Efficiency of energy and fuel utilization: Metrics, growth factors, analysis)*. Moscow, Ekonomika. (In Russ.).
31. Tsybatov, V. A., Vazhenina, L. V. (2014). Metodicheskie podkhody k analizu i prognozirovaniuu razvitiia toplivno-energeticheskogo kompleksa v regione [Methodological approaches to analysis and forecasting of the development of the fuel and energy industry in a region]. *Ekonomika regiona (Economy of the Region)*, No. 4, 188–199. DOI: 10.17059/2015-1-16. (In Russ.).

## INFORMATION ABOUT AUTHORS

### Vazhenina Larisa Vitalyevna

Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Department of Economics and Organization of Production, Tyumen Industrial University, Tyumen, Russia (625001, Tyumen, Volodarskogo, 38); ORCID 0000-0003-0472-3815; e-mail: vagenina@rambler.ru.

### Magaril Elena Romenovna

Doctor in Engineering, Professor, Head of Department of Environmental Economics, Ural Federal University named after the first President of Russia B. N. Yeltsin, Ekaterinburg, Russia (620002, Ekaterinburg, Mira street, 19); ORCID 0000-0003-3034-9978; e-mail: magaril67@mail.ru.

### Mayburov Igor Anatolievich

Doctor of Economics, Professor, Head of the Department of Financial and Tax Management, Ural Federal University named after the first President of Russia B. N. Yeltsin, Ekaterinburg, Russia (620002, Ekaterinburg, Mira street, 19); ORCID 0000-0001-8791-665X; e-mail: mayburov.home@gmail.com.

## ACKNOWLEDGMENTS

The research was supported by the Russian Science Foundation grant No. 22-28-01740, <https://rscf.ru/en/project/22-28-01740/>.

## FOR CITATION

Vazhenina L. V., Magaril E. R., Mayburov I. A. Comprehensive Assessment of Resource Efficiency of Russian Gas Industry Companies. *Journal of Applied Economic Research*, 2022, Vol. 21, No. 3, 454–485. DOI: 10.15826/vestnik.2022.21.3.016.

## ARTICLE INFO

Received April 15, 2022; Revised May 13, 2022; Accepted June 23, 2022.

