

**Кисленко Николай Анатольевич**  
канд. тех. наук, ФГБОУ ВО «Государственный университет управления»,  
ООО «НИИГазэкономика», г. Москва,  
Российская Федерация  
**e-mail:** N.Kislenko@econom.gazprom.ru

**Копылова Юлия Сергеевна**  
студент магистратуры, ФГБОУ ВО «Государственный университет управления»,  
ООО «НИИГазэкономика»,  
г. Москва, Российская Федерация  
**e-mail:** Yukos-95kopylova@mail.ru

**Маланичева Наталья**

**Викторовна**  
канд. экон. наук, ФГБОУ ВО «Государственный университет управления»,  
г. Москва, Российская Федерация  
**ORCID:** 0000-0002-3800-4803  
**e-mail:** malo73@mail.ru

**Kislenko Nikolai**  
Candidate of Technical Sciences,  
State University of Management,  
NIIGazekonomika LLC, Moscow, Russia  
**e-mail:** N.Kislenko@econom.gazprom.ru

**Kopylova Yulia**  
Graduate Student, State University  
of Management, NIIGazekonomika LLC,  
Moscow, Russia  
**e-mail:** Yukos-95kopylova@mail.ru

**Malanicheva Natalia**  
Candidate of Economic Sciences,  
State University of Management,  
Moscow, Russia  
**ORCID:** 0000-0002-3800-4803  
**e-mail:** malo73@mail.ru

## СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ ПОТЕНЦИАЛА ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ НА УРОВНЕ ОТДЕЛЬНЫХ СТРАН И РЕГИОНОВ

**Аннотация.** Потенциал энергосбережения напрямую связан с повышением эффективности использования газа. При этом эффективность использования энергии является комплексным понятием, включающим не только вопросы технологической эффективности, но и требования к экономической, социальной и экологической составляющей процессов. При этом проблема оценки эффективности использования энергии является более общей проблемой эффективного использования ресурсов в сравнении с альтернативными энерго- и ресурсопользующими процессами, приведенными к сопоставимым условиям анализа. Кроме того, следует различать эффективность с точки зрения потребителей, производителей и поставщиков энергоресурсов, а также с точки зрения общеэкономической (государственной) эффективности.

**Ключевые слова:** энергосбережение, энергоэффективность, газопотребление, ресурсосбережение, эластичность спроса, эксергетическая эффективность.

**Цитирование:** Кисленко Н.А., Копылова Ю.С., Маланичева Н.В. Системный подход к оценке потенциала энергосбережения на уровне отдельных стран и регионов // Вестник университета. 2019. № 8. С. 90-95.

## SYSTEM APPROACH TO ENERGY SAVING POTENTIAL ESTIMATION ON THE CERTAIN COUNTRIES AND REGIONS LEVEL

**Abstract.** The energy saving potential is related directly to the increase of gas application efficiency. Herewith, energy use efficiency is a complex concept, including not only the issues of technological efficiency, but also the requirements for the economic, social and environmental components of the processes. Meanwhile, the problem of energy efficiency assessment is a more general problem of effective use of resources in comparison with alternative energy and resource-using processes, reduced to comparable analysis conditions. In addition, efficiency should be distinguished from the point of view of consumers, producers and suppliers of energy resources, as well as from the point of view of general economic (state) efficiency.

**Keywords:** energy savings, energy efficiency, gas consumption, resource savings, elastic of demand, exergy efficiency.

**For citation:** Kislenko N.A., Kopylova Yu.S., Malanicheva N.V. System approach to energy saving potential estimation on the country and regional level (2019) Vestnik universiteta, I. 8, pp. 90–95. doi: 10.26425/1816-4277-2019-8-90-95

При решении задач стратегического планирования развития энергетики крайне важно использовать единый критерий оптимальности развития. В то же время для различных участников рынка критерии оптимизации могут сильно различаться и даже быть противоположны. В рыночных условиях невозможно использовать допущение, что все участники рынка будут придерживаться в своем развитии единого критерия. Скорее наоборот, будет происходить постоянная конкуренция за тот или иной энергоресурс, как между производителями, так и покупателями. И хотя сама система в этом случае может стремиться к точке равновесия, отличной от общеэкономической (государственной) эффективности, у государства имеются рычаги влияния на экономическую эффективность участников рынка и, следовательно, возможность смещать точку равновесия в интересах экономики государства в целом [3].

При этом необходимо четко понимать, какие составляющие и каким образом учитываются при оценке общеэкономической эффективности. В частности, с точки зрения государства должна рассматриваться проблема эффективного долгосрочного использования ресурсного потенциала с учетом его потенциального истощения

© Кисленко Н.А., Копылова Ю.С., Маланичева Н.В., 2019. Статья доступна по лицензии Creative Commons «Attribution» («Атрибуция») 4.0. всемирная (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

The Author(s), 2019. This is an open access article under the CC BY 4.0 license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

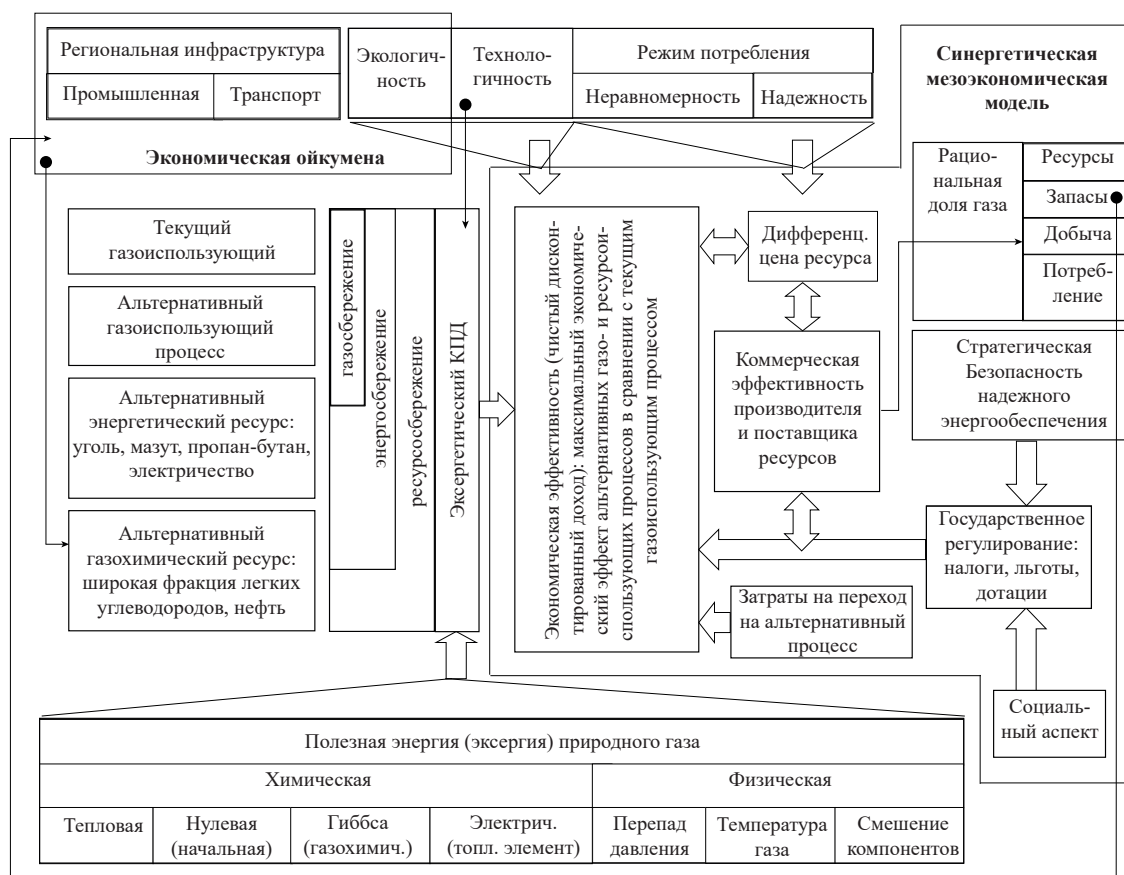


во времени для ряда исчерпаемых природных ресурсов. Эта проблема имеет ярко выраженный региональный (территориальный) аспект, так как достаточность ресурсов в среднем для страны и для каждого региона в отдельности могут существенно различаться, а затраты на логистические межрегиональные связи могут значительно ограничивать перетоки ресурсов, включая энергетические ресурсы [2]. Таким образом, актуальной задачей является формирование единого критерия эффективности использования ресурсов как основы для оценки потенциала энергосбережения на уровне отдельных стран или регионов.

Сформулируем определение эффективности с точки зрения конечного потребителя. Итак, под эффективным использованием газа понимается такое физико-химическое преобразование полезной потенциальной энергии природного газа, которое обеспечивает максимальный экономический эффект у конечного потребителя в сравнении с альтернативными энергоиспользующими и ресурсоиспользующими процессами в условиях рыночных цен, дифференцируемых по режимам потребления, с учетом требований надежности и экологической безопасности.

Сравнение с альтернативными газоиспользующими процессами позволяет выявить потенциал газосбережения через использование более совершенных теплотехнических решений. Сравнение с альтернативными энергоносителями позволяет определить потенциал энергосбережения. Для газохимических процессов сравнение с альтернативными сырьевыми ресурсами определяет потенциал ресурсосбережения. Максимальный из данных потенциалов позволяет определить общую эффективность использования газа в рассматриваемом процессе.

Оценка эффективности использования газа в условиях фиксированных ценовых диспропорций на базовые энергоносители некорректна без учета прогнозных рыночных цен. Использование рыночных цен обеспечивает выполнение условий общей коммерческой эффективности производителей и поставщиков энергоресурсов. Требование дифференцированных цен на газ в зависимости от режима потребления (объема, неравномерности, отключаемости и др.) позволяет обеспечить коммерческую эффективность газотранспортных и газораспределительных организаций.



Источник [4]

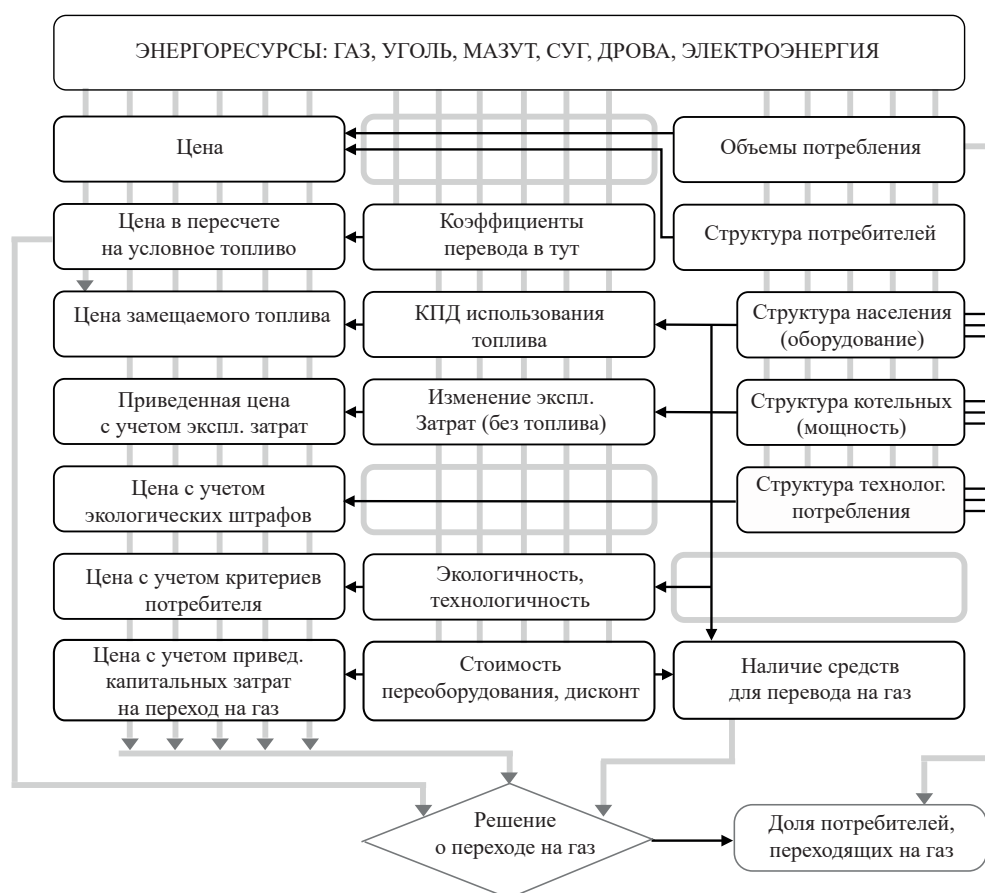
Рис. 1. Методологический подход к проблеме повышения эффективности использования газа на региональном уровне

Сравнение конечных потребителей по эффективности использования газа предлагается проводить по единому критерию потенциала повышения эффективности. Этот критерий можно представить как удельный по объему потребляемого газа экономический эффект от использования более совершенных газоиспользующих процессов или замещения природного газа иным более эффективным ресурсом. При определении экономического эффекта следует учитывать необходимые капитальные затраты на перевод потребителя на новый технологический процесс или на использование альтернативных энергетических и сырьевых ресурсов.

Обобщенная схема методологического подхода к повышению эффективности использования газа для регионального уровня представлена на рисунке 1. Указанная схема может быть использована для оценки подходов к ценообразованию ресурсов с учетом разнонаправленных факторов распространенности и истощаемости, неравномерности производства и спроса, надежности и прерываемости поставок, технологичности и экологичности, экономики цепочки создания стоимости энергоресурса [7]. На основании разнонаправленных факторов для поставщика и потребителя ресурса возможно построение кривых эластичности спроса и предложения для каждого временного периода.

Методология построения кривых эластичности спроса на газ логически связана с ранжированием потребителей по степени эффективности использования газа. Так, чем выше уровень цен, при котором происходит переход с газа на альтернативные энергоресурсы, тем выше эффективность соответствующего потребителя. Кроме того, кривая эластичности позволяет контролировать изменение потребления газа не только за счет переходов на альтернативные энергоресурсы, но и за счет реализации энергосберегающих мероприятий, экономическая эффективность которых возрастает с увеличением цен на газ.

Модель анализа эффективности газоиспользования во взаимосвязи учитывает влияние следующих факторов: вариантов прогноза цен на альтернативные энергоносители, тепло и электроэнергию; затрат на перевод потенциальных потребителей на газ с учетом использования новых технологий газопотребления.



Источник: [4]

Рис. 2. Модель принятия решения потребителем о переходе на газ

При построении модели необходимо учитывать ряд особенностей систем газоснабжения и газопотребления. На региональном уровне, это наличие источников природного газа, развитости инфраструктуры системы газоснабжения, наличие квалифицированных потребителей. Кроме того, могут учитываться факторы альтернативных схем газоснабжения: использование пропан-бутанов (сжиженный углеводородный газ), компримированного и сжиженного природного газа.

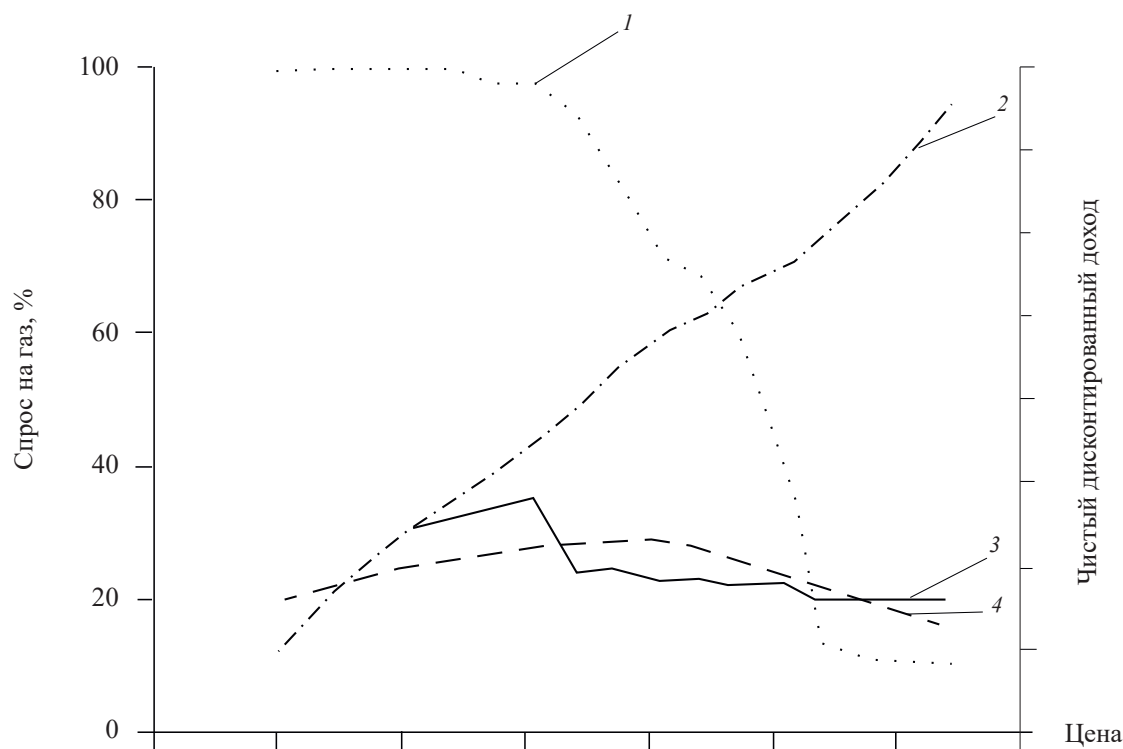
Перевод потребителей на газ в рамках проектов газификации ведет к значительному улучшению экологической ситуации в регионе. Кроме того, предприятия, использующие топливосжигающие установки, получают существенную экономию на платежах за выбросы загрязняющих веществ в атмосферу, что повышает конкурентоспособность газа. В расчетах учитывались платежи за выбросы энергетическими установками таких загрязнителей, как оксидов серы и азота, твердых частиц и оксидов углерода.

На рисунке 2 представлен агрегированный подход к оценке эффективности использования газа конечным потребителем, основанный на модели принятия решения потребителем о переходе на газ.

Следует отметить, что эффективность использования газа и газосбережение напрямую связаны с возможностью использования газа в качестве химического ресурса.

Применение природного газа как топлива для различных отраслей промышленности может быть оправданно только после извлечения из него этана, пропана и других компонентов, являющихся ценным химическим сырьем. Однако и сам природный газ может рассматриваться в качестве сырья для химической технологии.

В предложенной методологии анализа эффективности использования газа предлагается использовать универсальный эксергетический критерий энергоэффективности, позволяющий учесть помимо теплотехнической эффективности такие факторы, как: начальная ценность энергетического ресурса, химический потенциал полезного преобразования сырья, возможность использования избыточного давления (перепад давления на газораспределительной станции/газорегуляторном пункте), температуры (после компрессорной станции), фактора смешения/разделения различных компонентов, содержащихся в природном газе и др. [1]. Применение эксергетического подхода позволяет преодолеть ряд недостатков термодинамического анализа технологических процессов.



1 — общий спрос; 2 — чистый дисконтированный доход; 3 — чистый дисконтированный доход с учетом спроса; 4 — полиномиальный (чистый дисконтированный доход с учетом спроса)

Источник [5]

Рис. 3. Кривые спроса и предложения на газ на региональном уровне

При декомпозиции проблемы энергоэффективности до уровня эффективности использования газа используется построение не только краткосрочных кривых эластичности спроса, но и долгосрочных с учетом необходимых капитальных вложений [5]. Расчеты при этом проводят как с учетом капиталовложений на перевод действующих энергетических установок с альтернативного вида топлива на газ, так и без них, то есть когда в конкурентную схему вступают новые энерготехнологические установки на различных видах топлива.

При разработке региональных программ энергосбережения и развития газоснабжения следует учитывать взаимозаменяемость различных видов топлив и энергии. Модели газоснабжения (модель предложения) и газопотребления (модель спроса) тесно взаимодействуют между собой через цены на газ. Согласно теории экономического равновесия, задача заключается в том, чтобы найти такую цену (цену равновесия) газа, при которой спрос на газ равен его предложению. Таким образом, условие равновесия определяет тот компромисс, при котором ни одному из участников рынка не выгодно отклоняться от точки равновесия, определяющей согласованные объемы потребления и поставок газа в регион [6].

Общий спрос на газ задан кривой эластичности спроса на газ по цене, полученной по представленной в статье модели. Экономическая эффективность (чистый дисконтированный доход) рассчитана для поставщика газа, одновременно выступающего в качестве инвестора. Из рисунка 3 следует, что существует зона эффективного спроса на газ, обеспечивающая коммерческую эффективность как для потребителя, так и для поставщика энергоресурса. При этом учитываются ограничения как технологического плана, так и экономические и экологические ограничения, что в целом обеспечивает устойчивое развитие энергетики соответствующего региона [4].

Таким образом, использование управленческих решений в области ценообразования на газ совместно с организационными решениями в рамках программ энергосбережения обеспечивает возможность реализации коммерчески эффективных проектов как для потребителей, так и для поставщиков энергоресурсов.

#### *Библиографический список*

1. Алешина, И. А., Михайлов, В. А. Некоторые особенности применения эксергетического анализа для оценки эффективности сложных технологических систем//Актуальные вопросы энергетики: материалы Международной научно-практической конференции. – 2017. – С. 220-223.
2. Гальперова, Е. В. Методический подход к долгосрочному прогнозированию рыночного спроса на топливо и энергию с учетом региональных особенностей и роста неопределенности//Известия Российской академии наук. Энергетика. – 2016. – № 5. – С. 33-44.
3. Козлова, О. Ю. Стратегическое государственное планирование как инструмент обеспечения экономической безопасности в стране//Материалы международной научно-практической конференции «Экономическая безопасность России: вызовы XXI века». – 2016. – С. 127-139.
4. Кисленко, Н. А. Устойчивое развитие и максимизация прибыли//Энергетическая политика. – 2012. – № 2. – С. 37-47.
5. Кисленко, Н. А., Кудрявцев, А. А., Постников, В. Д., Гришко, В. В., Анохина, О. С. Анализ эффективного спроса на газ в рамках программ газификации//Газовая промышленность. – 2004. – № 8. – С. 22-27.
6. Кислицын, Е. В., Першин, В. К. Исследование влияния позиции потребителя на эффективность производителя и транспортировщика на рынке природного газа//Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования. – 2016. – № 2 (12). – С. 96-102.
7. Стерн, Д. Установление цен на природный газ: прошлое, настоящее и будущее//Экономический журнал Высшей школы экономики. – 2013. – Т. 17. – № 3. – С. 430-455.

#### *References*

1. Aleshina I. A., Mikhailov V. A. Nekotorye osobennosti primeneniya eksergeticheskogo analiza dlya otsenki effektivnosti slozhnykh technologicheskikh system [Some aspects of exergy analysis of complex technological systems energy efficiency estimation], Aktualnye voprosy energetiki: materialy Mezhdynarodnoi konferentsii, 2017 [Current energy issues: In terhational conference proceedings], pp. 220-223.
2. Gal'perova Ye. V. Metodicheskii podkhod k dolgosrochnomu prognozirovaniyu rynochnogo sprosa na toplivo i energiyu s uchetom regional'nykh osobennostei i rosta neopredelennosti [Methodical approach to long-term forecasting of market demand for fuel and

- energy, taking into account regional peculiarities and growth of uncertainty], *Izvestiya Rossiyskoy akademii nauk. Energetika* [News of the Russian Academy of Sciences. Energy], 2016 [Russian Economic Security: Challenges of the XXI century], I. 5, pp. 33-44.
3. Kozlova O. Yu. Strategicheskoe gosudarstvennoe planirovanie kak instrument obespecheniya ekonomicheskoi bezopasnosti v strane [Government strategy planning as factor of country economic security provision], *Ekonomicheskaya bezopasnost' Rossii: vyzovy XXI veka*, 2016, pp. 127-139.
  4. Kislenko N. A. Ustoychivoe razvitie i maksimizatsiya pribyli [Sustainable development and profit maximization], *Energeticheskaya politika* [Energy policy], 2012, I. 2, pp. 37-47.
  5. Kislenko N. A., Kudryavtsev A. A., Postnikov V. D., Grishko V. V., Anokhina O. S. Analiz effektivnogo sprosа na gaz v ramkakh programm gazifikatsii [Analysis of effective demand for gas in the framework of gasification programs], *Gazovaya promyshlennost'* [Gas industry], 2004, I. 8, pp. 22-27.
  6. Kislitsyn Ye. V., Pershin V. K. Issledovanie vliyaniya pozitsii potrebitelya na effektivnost' proizvoditelya i transportirovshchika na rynke prirodnogo gaza [Investigation of the influence of consumer positions on the efficiency of the manufacturer and transporter on the natural gas market], *Innovatsionnaya ekonomika: perspektivy razvitiya i sovershenstvovaniya* [Innovative economy: prospects for development and improvement], 2016, I. 2 (12), pp. 96-102.
  7. Stern D. Ustanovlenie tsen na prirodnyi gaz: proshloe, nastoyashchee i budushchee [Natural Gas Pricing: past, present, future], *Ekonomicheskii zhurnal vysshei shkoly ekonomiki*, [Economic Journal of Higher School of Economics] 2013, V. 17, I. 3, pp. 430-455.