

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

УДК: 620.92, 332

JEL: Q40, Q50, R10, O13

**Пути укрепления энергетической безопасности
изолированных районов Дальнего Востока и Арктики
с применением инструментов «зеленой» модернизации
промышленных объектов энергоснабжения**

И.В. Шутов, аспирант ИПР РАН

<https://orcid.org/0000-0002-2733-6124>; SPIN-код (РИНЦ): 8470-7360

e-mail: i.schutov@yandex.ru

Для цитирования

Шутов И.В. Пути укрепления энергетической безопасности изолированных районов Дальнего Востока и Арктики с применением инструментов «зеленой» модернизации промышленных объектов энергоснабжения // Проблемы рыночной экономики. – 2023. – № 1. – С. 133-146.

DOI: <https://doi.org/10.33051/2500-2325-2023-1-133-146>

Аннотация

Предмет/тема. Статья посвящена вопросам поиска путей укрепления энергетической безопасности изолированных районов Дальнего Востока и Арктики с применением инструментов «зеленой» модернизации промышленных объектов энергоснабжения. Предметом исследования выступает обеспечение энергетической безопасности изолированных энергорайонов. **Цели/задачи.** На основе оценки состояния и проблем энергетической безопасности изолированных районов Дальнего Востока и Арктики России определить и обосновать практико-ориентированные рекомендации по комплексному содействию «зеленой» модернизации промышленных объектов энергоснабжения. **Методология.** Основой методологии работы являются общенаучные методы: синтез и дедукция. При анализе технического состояния и энергоэффективности объектов энергоснабжения применен метод выборочного обследования 24 предприятий, расположенных в Республике Саха (Якутия), Камчатском крае и Магаданской области. Потенциал модернизационных проектов проиллюстрирован материалами кейса проекта гибридной модернизации (Табалах). **Результаты.** В статье уточнены проблемы обеспечения энергобезопасности изолированных районов и систематизирован передовой зарубежный опыт. Определено, что одним из масштабных вызовов в предметной области выступают санкции. Предложены меры и инструменты содействия «зеленой» модернизации промышленных объектов энергоснабжения, включающие в себя комплекс долгосрочных ориентиров в модернизации энергосистем, инструменты цифровизации модернизационных проектов, развитие системы энергосервисных контрактов и «зеленого» финансирования, а также петельных механизмов адаптации к санкционным рискам. **Выводы/значимость.** Модернизация энергообъектов на основе внутреннего развития и инноваций может значительно улучшить энергетическую эффективность, устойчивость и экологическую безопасность изолированных энергосистем. **Применение.** Результаты исследования могут выступить основой для разработки новых подходов к обеспечению энергетической безопасности в России и мире.

Ключевые слова: энергетическая безопасность, изолированные территории России, изолированные энергосистемы, энергоэффективность, модернизация энергетических систем, петельные механизмы.

Статья подготовлена в рамках государственного задания ИПР РАН, тема НИР «Институциональная трансформация экономической безопасности при решении социально-экономических проблем устойчивого развития национального хозяйства России».

Ways to strengthen the energy security of isolated regions of the Far East and the Arctic using the tools of «green» modernization of industrial energy supply facilities

Igor V. Shutov, Postgraduate student MEI RAS

<https://orcid.org/0000-0002-2733-6124>; SPIN-code (RSCI): 8470-7360

e-mail: i.schutov@yandex.ru

For citation

Shutov I.V. Ways to strengthen the energy security of isolated regions of the Far East and the Arctic using the tools of «green» modernization of industrial energy supply facilities // Market economy problems. – 2023. – No. 1. – Pp. 133-146 (In Russian).

DOI: <https://doi.org/10.33051/2500-2325-2023-1-133-146>

Abstract

Subject/topic. The article is devoted to the search for ways to strengthen the energy security of isolated regions of the Far East and the Arctic using the tools of «green» modernization of industrial energy supply facilities. The subject of the research is ensuring the energy security of isolated energy regions. **Goals/objectives.** Based on an assessment of the state and problems of energy security in isolated regions of the Far East and the Arctic of Russia, practice-oriented recommendations for the comprehensive promotion of «green» modernization of industrial energy supply facilities have been identified and substantiated. **Methodology.** The basis of the work methodology are general scientific methods: synthesis and deduction. When analysing the technical condition and energy efficiency of energy supply facilities, the method of a sample survey of 24 enterprises located in the Republic of Sakha (Yakutia), the Kamchatka Territory and the Magadan Region was applied. The potential of modernization projects is illustrated by the case materials of the hybrid modernization project (Tabalah). **Results.** The article clarifies the problems of ensuring the energy security of isolated areas and systematizes advanced foreign experience. It has been determined that sanctions are one of the major challenges in the subject area. Proposed measures and tools to promote the «green» modernization of industrial power supply facilities, including a set of long-term guidelines for the modernization of energy systems, tools for digitalization of modernization projects, the development of a system of energy service contracts and «green» financing, as well as loop mechanisms for adaptation to sanctions risks. **Conclusions/relevance.** Modernization of energy facilities based on internal development and innovation can significantly improve the energy efficiency, sustainability, and environmental safety of isolated energy systems. **Application.** The results of the study can serve as the basis for the development of new approaches to ensuring energy security in Russia and the world.

Keywords: energy security, isolated territories of Russia, isolated energy systems, energy efficiency, modernization of energy systems, loop mechanisms.

The article was prepared within a state assignment of the Market Economy Institute of the Russian Academy of Sciences; the topic of research is «Institutional transformation of economic security in the solution of socioeconomic sustainable development problems of the national economy of Russia».

Введение

Энергетическая безопасность является одной из ключевых проблем современного мира, особенно для изолированных районов Дальнего Востока и Арктики, в связи с чем разработка путей укрепления энергетической безопасности представляется актуальной задачей балансирования регионального развития и обеспечения приоритетных национальных интересов в области экономической безопасности. Использование инструментов «зеленой» модернизации промышленных объектов энергоснабжения может стать эффективным способом решения этой проблемы, позволяя снизить негативное воздействие на окружающую среду и обеспечить устойчивое развитие региона.

Целью настоящей публикации выступает уточнение и обоснование путей укрепления энергетической безопасности изолированных районов Дальнего Востока и Арктики с применением инструментов «зеленой» модернизации промышленных объектов энергоснабжения.

Исследование на данную тему является актуальным по нескольким причинам:

Во-первых, Дальний Восток и Арктика – это регионы с особыми условиями эксплуатации энергетических объектов, включая характерную продолжительность сильных холодов, длительные периоды темноты и отсутствие связи с центральными регионами страны, что в своей совокупности создает определенные, порой существенные трудности в обеспечении энергетической безопасности данных районов. Даже одни из глобальных лидеров по потенциалу энергетического обеспечения экономики и общества, такие как Россия, Канада и США (применительно, в частности, к штатам Аляска и Гавайи), характеризуются наличием изолированных энергорайонов с проблемами энергетической безопасности, зачастую не решаемыми десятилетиями.

Во-вторых, современные требования к экологической безопасности и устойчивому развитию промышленности требуют перехода к использованию «зеленых» технологий и ресурсов. Это означает, что необходимо искать пути укрепления энергетической безопасности с использованием таких инструментов. При этом для изолированных энергорайонов именно «зеленая» энергетика, как показывает мировой опыт (Bhowmik, Bhowmik, Ray and Pandey, 2017; Dolgushin, Tsukanov and Kondratiev, 2021; Nepal and Menezes, 2017), выступает практически безальтернативным источником укрепления энергетической безопасности. Однако как раз в России альтернативная энергетика на большинстве изолированных территорий практически не развита (Nikitaeva, Chernova, and Molapisi, 2022; Potravnyi, Yashalova, Boroukhin, and Tolstoukhova, 2020).

В-третьих, энергетическая безопасность является одним из ключевых факторов экономического развития регионов. Укрепление энергетической безопасности Дальнего Востока и Арктики позволит улучшить экономическую ситуацию в этих регионах и повысить качество жизни населения.

Наконец, в-четвертых, международные санкции оказывают радикальное влияние на состояние энергетической безопасности изолированных регионов безотносительно выбранного сценария ее обеспечения, будь то модернизация и наращивание производственных мощностей классической энергетики, развитие «зеленой» энергетики или смешанный путь, ограничивая доступ к финансированию, оборудованию и технологиям, что вызывает необходимость разработки и реализации адекватных мер реагирования.

Таким образом, поиск путей укрепления энергетической безопасности изолированных районов Дальнего Востока и Арктики с применением инструментов «зеленой» модернизации промышленных объектов энергоснабжения – перспективное и крайне востребованное направление исследований как с теоретической, так и с практической точки зрения.

Материалы и методы

Основой методологии работы являются общенаучные методы: синтез и дедукция. При анализе технического состояния и энергоэффективности промышленных объектов

энергоснабжения применен метод выборочного обследования показателей по 24 генерирующим объектам, расположенным в Республике Саха (Якутия), Камчатском крае и Магаданской области. Для оценки соответствия состояния объекта целевым показателям энергоэффективности применялся индексный метод путем перевода отношения фактического и целевого показателей, представленных в актуальной отчетности и долгосрочных программах развития, в индекс в диапазоне $[0;1]$, где 1 соответствует любое значение показателя, равное или превышающее 100% достижение поставленных целей. Примененный подход позволяет нормировать анализируемые показатели в целях проведения сравнительного анализа. Обработка показателей осуществлена с применением методов экономико-статистического анализа. Потенциал реализации модернизационных проектов проиллюстрирован материалами кейса проекта гибридной модернизации электростанции в п. Улахан-Кюель (Табалах) Республики Саха (Якутия) (2022 г.).

Обзор литературы и исследований российских и зарубежных авторов

Вопрос оптимизации энергоснабжения изолированных территорий раскрывается в многочисленных работах российских и зарубежных авторов.

Экономике энергоснабжения изолированных районов территориально-распределенного государства посвящены работы таких исследователей, как В.К. Аверьянов и др. (2008), В.П. Кобылин (2006), А. Эйделанд и К. Волинец (Eydeland and Wolyniec, 2002), Х. Фатахбади (Fathabadi, 2017) и др.

Вопросы, связанные с возможностями модернизации промышленных энергообъектов в изолированных территориях, раскрыты в работах таких авторов, как В.В. Елистратов (2015), Е.М. Лисин (2018), А. Буте (Boute, 2016), Дж. Хэмилтон и соавторы (Hamilton et al., 2019), Р. Непал и Ф. Менезес (Nepal and Menezes, 2017) и других. Отдельные авторы (Полянская и др., 2020; Шевченко, 2021) обращают внимание на потенциал энергосервисных контрактов, применение которых, исходя из зарубежного опыта, может обеспечить прорыв в области устойчивого энергообеспечения изолированных районов.

При этом исследования состояния и проблем развития энергетики изолированных энергорайонов России являются недостаточно масштабными и фрагментарными. Существующие работы в области энергетической безопасности изолированных районов Дальнего Востока и Арктики Российской Федерации не представляют обширного теоретического обзора и практического обоснования возможностей обеспечения экономической и энергетической безопасности изолированных районов в условиях энергоперехода. Остается необходимым сформировать комплексное теоретико-методологическое и практико-ориентированное обоснование путей преодоления дефицита энергетического баланса, а также обеспечения технологической и финансовой доступности энергетических ресурсов с учетом децентрализации российских энергетических рынков.

Результаты и обсуждение

В наиболее общем смысле под **энергетической безопасностью** понимается состояние обеспеченности страны, региона, территории, конкретного объекта энергетическими ресурсами и возможностью их использования без угрозы для экономического и социального развития, а на макроуровне – также национальной безопасности, безопасности региона и территории (Лисин, 2018; Шевченко, 2021; Урунов и др., 2022).

Основными элементами энергетической безопасности выступают нижеследующие:

- 1) доступность энергетических ресурсов – наличие достаточного количества ресурсов для удовлетворения потребностей страны;
- 2) надежность поставок – обеспечение стабильности поставок энергоресурсов, исключение возможности их прерывания или сокращения;
- 3) разнообразие источников поставок – наличие нескольких источников поставок энергоресурсов, что позволяет снизить риски и зависимость от одного поставщика;
- 4) эффективность использования ресурсов – использование энергоресурсов с максимальной эффективностью и экономией;
- 5) развитие альтернативных источников энергии – развитие и использование альтернативных источников энергии, таких как солнечная, ветровая, гидроэнергетика и др.;

б) защита энергетической инфраструктуры – обеспечение безопасности и защиты энергетической инфраструктуры от возможных угроз и атак.

Категории энергетической и **экономической** безопасности тесно взаимосвязаны. Данная взаимосвязь проявляется в том, что энергетическая безопасность является неотъемлемой частью экономической безопасности государства (Dźwigoł et al., 2019). Энергетическая безопасность обеспечивает надежное и безопасное функционирование энергетической системы, что, в свою очередь, является важным фактором для экономического развития страны.

Энергетическая безопасность включает в себя обеспечение надежности и устойчивости энергетической системы, достаточного уровня энергетической безопасности, обеспечение энергетической безопасности в экономических отношениях с другими странами, а также обеспечение безопасности энергетических объектов. В свою очередь, экономическая безопасность включает в себя обеспечение устойчивого экономического развития страны, защиту экономических интересов государства, обеспечение безопасности экономических объектов и т.д.

Таким образом, энергетическая безопасность и экономическая безопасность тесно связаны между собой и взаимодействуют друг с другом. Обеспечение энергетической безопасности является важным фактором для достижения экономической безопасности, а обеспечение экономической безопасности, в свою очередь, способствует укреплению энергетической безопасности. Соответствующее понимание, характеризующее тесную взаимообусловленность энергетической и экономической безопасности, – одна из немногих реальных точек соприкосновения современной парадигмы национальной безопасности в России и в зарубежных странах (Matsui and Kryukova, 2021).

Особыми объектами обеспечения энергетической безопасности в контексте формирования национальной и региональной экономической безопасности как в России, так и за рубежом выступают изолированные районы (далее также – изолированные территории, изолированные энергорайоны).

Под **изолированным энергорайоном** в наиболее общем смысле надлежит понимать территорию, на которой существует отдельная система энергоснабжения, отделенная от других систем энергоснабжения (Елистратов, 2015). Данные районы могут быть отделены от других территорий географически, экономически или политически. В таких районах могут использоваться различные источники энергии, такие как генераторы, солнечные батареи, ветрогенераторы и т.д., однако чаще всего решение проблемы энергообеспечения происходит за счет дорогостоящей доставки и сжигания ископаемого топлива.

Изолированные энергорайоны могут быть представлены как небольшими островами, так и значительными территориями, включая, например, отдаленные сельские районы или горные поселения, а также значительные площади малонаселенных земель.

Важным аспектом управления изолированными энергорайонами является обеспечение их энергетической безопасности и устойчивости, что может быть достигнуто за счет использования различных источников энергии и развития энергосберегающих технологий.

В состав Единой энергосистемы России не входят многочисленные изолированные районы. Представляется необходимым отметить, что изолированные территории преобладают в северных и дальневосточных районах России, охватывая территорию порядка 2/3 от общей площади нашей страны, на которой проживает порядка 20 млн. чел. с децентрализованным и автономным снабжением на дорогостоящем привозном топливе (Объекты генерации в изолированных и труднодоступных территориях в России: Аналитический доклад, 2020).

Изолированные энергорайоны российской Арктики и Дальнего Востока имеют свои особенности и характеристики:

- отдаленность от центров потребления энергии. Это означает, что транспортировка топлива и оборудования для генерации энергии является сложной и дорогостоящей задачей;
- экстремальные климатические условия. В зимний период температуры могут опускаться до -50°C , что требует особого подхода к выбору оборудования и технологий;
- необходимость обеспечения надежности и безопасности энергосистемы. Изоляция от центров потребления энергии означает, что любая авария или сбой в работе системы может привести к серьезным последствиям для жизни и здоровья людей;

– целесообразность использования альтернативных источников энергии. В связи с удаленностью и экстремальными условиями использование альтернативных источников энергии, таких как ветровая энергия, энергия приливов, гидроэнергетика и, в некоторых зонах, солнечная энергия, может быть более эффективным и экономически выгодным;

– потребность в развитии энергетической инфраструктуры. Для обеспечения надежной и эффективной работы энергосистемы необходимо развивать инфраструктуру, такую как дороги, порты, аэропорты и т.д.;

– важность модернизации действующих производственных объектов и инфраструктуры в связи с невысокой энергоэффективностью и значительной степенью износа, на которой представляется целесообразным остановиться отдельно.

Модернизация промышленных объектов энергоснабжения изолированных районов Дальнего Востока и Арктики представляется исключительно необходимой для решения проблем экономической и энергетической безопасности по ряду причин:

1. Снижение затрат на производство энергии. Старые энергообъекты потребляют большое количество топлива и требуют постоянного обслуживания, что приводит к высоким затратам на производство энергии. Модернизация позволит снизить затраты на производство энергии и повысить эффективность работы энергообъектов.

2. Улучшение качества энергоснабжения. Старые энергообъекты не всегда могут обеспечить стабильное и качественное энергоснабжение. Модернизация позволит улучшить качество энергоснабжения и обеспечить стабильность работы энергообъектов.

3. Снижение рисков экологических катастроф. Старые энергообъекты могут быть опасными для окружающей среды и приводить к экологическим катастрофам. Модернизация позволит снизить риски экологических катастроф и обеспечить безопасность окружающей среды.

4. Повышение конкурентоспособности региона. Модернизация энергообъектов позволит повысить конкурентоспособность территории за счет снижения затрат на производство энергии и улучшения качества энергоснабжения. Это может привести к привлечению новых инвестиций и развитию экономики изолированных районов.

Результаты выборочного обследования изношенности и отклонений по показателям энергетической эффективности промышленных энергообъектов Дальнего Востока и Арктики представлены на рисунке 1.

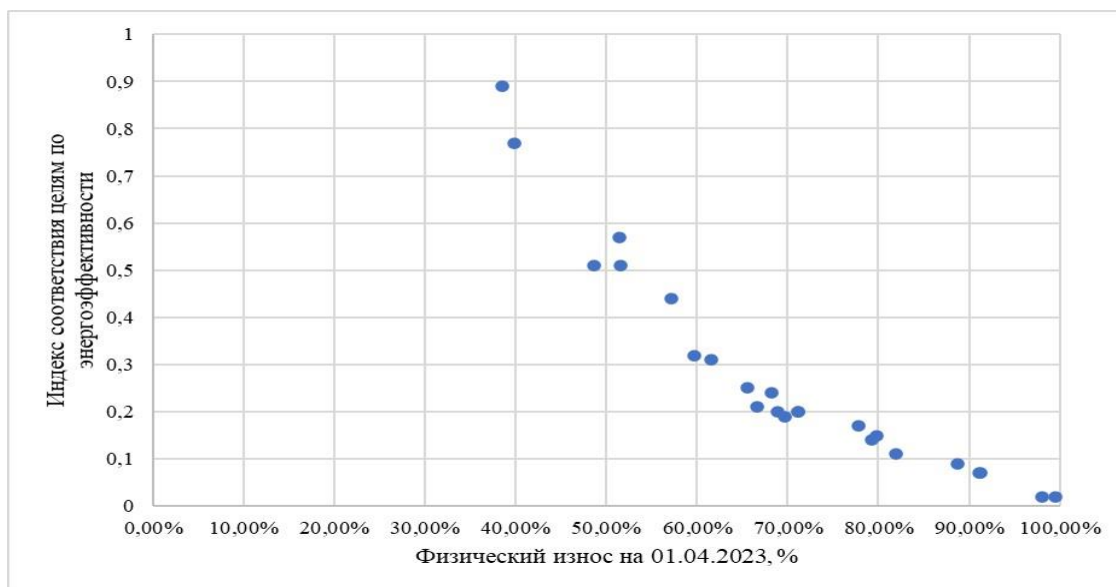


Рис. 1. / Fig. 1. Результаты выборочного обследования изношенности и отклонений по показателям энергетической эффективности промышленных энергообъектов Дальнего Востока и Арктики / Results of a sample survey of wear and tear and deviations in terms of energy efficiency of industrial power facilities in the Far East and the Arctic

Источник: / Source: составлено автором / compiled by the author.

Можно констатировать, что ситуация в предметной области характеризуется системными проблемами, имеющими хронический характер, значительно усугубляющими условия решения задачи обеспечения энергобезопасности изолированных территорий. При этом анализ полученных данных указывает на наличие отрицательной корреляции между состоянием износа и достижением целевых показателей по энергоэффективности (коэффициент корреляции по Пирсону – 0,932, t-статистика 7,24 при $p=0.05$).

С учетом определенного прогресса, достигнутого некоторыми зарубежными государствами (прежде всего, Канадой, Новой Зеландией, отдельными штатами США) в обеспечении энергобезопасности изолированных территорий, для решения некоторых из числа соответствующих проблем и противоречий может быть использован **передовой зарубежный опыт**.

Опираясь на материалы релевантных источников (Boute, 2016; Brent and Kruger, 2009; Hamilton, Negnevitsky, Wang, and Lyden, 2019), могут быть предложены некоторые перспективные направления развития в предметной области.

Во-первых, использование возобновляемых источников энергии (ВИЭ). В некоторых изолированных районах мира, таких как острова в Тихом океане и Карибском море, для обеспечения энергоснабжения используются возобновляемые источники энергии, такие как солнечная и ветровая энергия. Масштабное развитие ВИЭ-энергетики, как промышленной, так и малой, в том числе бытовой, может быть полезным на Дальнем Востоке и в Арктике Российской Федерации, где имеется определенный потенциал для использования солнечной и ветровой энергии.

Во-вторых, использование энергоэффективных технологий в сочетании с экономическими и административными стимулами, такими как налоговые льготы, инструменты энергосервисных контрактов (см. ниже) и др., а также (применительно к отдельным государственным предприятиям) и принуждение. В некоторых изолированных районах мира используются энергоэффективные технологии, такие как LED-освещение и энергоэффективные холодильники, чтобы снизить потребление энергии. Данный опыт важен для Дальнего Востока и Арктики с высоким уровнем энергопотребления и очевидной пробуксовкой внедрения энергоэффективных технологий. Стимулы и императивные требования будут дополнять соответствующие решения, способствуя их внедрению в практическую жизнь.

В-третьих, использование гибридных систем. В отдельных изолированных районах мира используются гибридные системы, которые объединяют несколько источников энергии, таких как дизельные генераторы, солнечные панели и ветрогенераторы для обеспечения энергоснабжения. Международный опыт в данной сфере весьма актуален для модернизации изолированных энергосистем на Дальнем Востоке и в Арктике, где использование нескольких источников энергии может обеспечить более надежное энергоснабжение.

В-четвертых, использование энергосберегающих мер. В некоторых изолированных районах мира используются энергосберегающие меры, такие как установка изоляции и улучшение системы теплоснабжения, чтобы снизить потребление энергии. Опыт вполне перспективен для Дальнего Востока и Арктики с высокими уровнями энергопотребления и стоимости топлива и электрической энергии.

В-пятых, использование систем управления энергопотреблением. В некоторых изолированных районах мира используются системы управления энергопотреблением, которые позволяют управлять потреблением энергии в режиме реального времени. Данный опыт может пригодиться на Дальнем Востоке и в Арктике, где энергозатраты находятся на значительном уровне из-за холодного климата и неравномерного потребления энергии.

Соответствующий зарубежный опыт следует использовать селективно, на основе объективного учета территориальной специфики, а также имеющихся возможностей обеспечения энергобезопасности без ущерба другим приоритетным национальным интересам.

Кроме того, беспрецедентный характер **антироссийских санкций** требует самостоятельных решений в области обеспечения энергобезопасности при модернизации и развитии промышленных объектов изолированной энергетики Дальнего Востока и Арктики Российской Федерации. Как известно, в последнее десятилетие, и особенно начиная с 2022 года, Россия столкнулась с серьезными ограничениями в доступе к технологиям и оборудованию, которые ранее были доступны. Соответствующие ограничения затронули как энергетический сектор, так и взаимосвязанные отрасли экономики и социальной сферы. Односторонние санкции, помимо прочего, были призваны нанести болезненный удар по технологиям и оборудованию для возобновляемой энергетики, а также радикально лимитировали возможности привлечения зарубежных источников финансирования инвестиций. В новейших условиях Россия должна развивать собственные технологии и оборудование, а также укреплять свои научные и технические возможности. Международный опыт решения проблем изолированных энергетических систем может быть полезен, но он не способен полностью заменить самостоятельные решения России. Кроме того, изолированные энергетические системы на Дальнем Востоке и в Арктике имеют свои особенности, которые требуют уникальных решений.

Среди мер оперативного реагирования на санкционные угрозы в предметной области – комплексное содействие активной реализации петельных механизмов (импортозамещение, параллельный импорт), направленных на скорейшее обеспечение модернизационных проектов в области изолированной и малой энергетики необходимым оборудованием и технологиями. В данный раздел целесообразно также отнести развитие цифровых платформ и инструментов трансграничного финансирования приоритетных энергетических проектов, легализацию расчетов с помощью цифровых финансовых активов, которые позволят сохранить доступ к международным заимствованиям для реализации сложных модернизационных проектов.

В комплекс **долгосрочных направлений модернизации энергетических систем** изолированных районов Дальнего Востока и Арктики России, с учетом изложенного, представляется целесообразным включить нижеследующие:

1. Планомерный перевод генерирующих объектов на использование ВИЭ для снижения зависимости от традиционных источников.
2. Установка современных систем управления и мониторинга, которые позволят оптимизировать процессы производства энергии и снизить потребление энергии.
3. Внедрение энергоэффективных технологий, таких как тепловые насосы, теплоизоляция и энергосберегающие системы освещения.
4. Создание системы утилизации отходов и переработки отходов в энергию, что позволит снизить негативное воздействие на окружающую среду и сократить затраты на производство энергии.
5. Развитие инфраструктуры для электромобилей и других транспортных средств на электрической энергии, что обеспечит уменьшение зависимости от нефтепродуктов и снизит выбросы вредных веществ в атмосферу.
6. Внедрение системы мониторинга и контроля за выбросами вредных веществ в атмосферу в интересах снижения негативного воздействия на окружающую среду и повышения качества жизни населения.

При модернизации промышленных объектов энергоснабжения изолированных районов Дальнего Востока и Арктики России представляется целесообразным активно использовать **передовые достижения цифровой эпохи**. Цифровизация может быть направлена на следующие аспекты:

– внедрение систем мониторинга и управления энергосистемами, которые позволят оперативно контролировать работу оборудования, оптимизировать расход энергоресурсов и предотвращать аварии;

- использование систем автоматизации и управления процессами, направленных на повышение эффективности работы оборудования и снижение затрат на его эксплуатацию;
- внедрение систем управления энергопотреблением, позволяющих оптимизировать расход энергоресурсов и уменьшить затраты на энергоснабжение;
- использование систем мониторинга и управления качеством энергоснабжения, которые смогут оперативно реагировать на возможные сбои в работе энергосистем и предотвращать аварии;
- внедрение систем управления энергетической безопасностью, позволяющих обеспечить надежность работы энергосистем и предотвратить возможные аварии и сбои, и/или снизить потери от реализации соответствующих рисков;
- использование систем управления энергетическими ресурсами, способных оптимизировать использование энергоресурсов и снизить затраты на их закупку.

В целом, в контексте реализации комплекса мер в области модернизации изолированных энергосистем, исключительную важность приобретает разработка и внедрение программ по энергосбережению и повышению энергоэффективности, которые будут ориентированы на конкретные потребности и условия каждого изолированного энергорайона. В рамках соответствующих программ и иных релевантных мероприятий представляется целесообразным рекомендовать масштабное применение следующих инструментов обеспечения энергетической безопасности.

Энергосервисные контракты (ЭСК) могут выступить эффективным инструментом для модернизации промышленных объектов в изолированных энергорайонах России. Энергосервисный контракт представляет собой договор между энергосервисной компанией и потребителем энергии, в котором сервисная компания обязуется провести модернизацию оборудования и систем энергоснабжения на объекте потребителя, а потребитель обязуется оплатить услуги энергосервисной компании за счет экономии на энергопотреблении (Полянская, Татаренко, Беспалова, Соколова и Шейнова, 2020).

Использование ЭСК может привести к следующим преимуществам при модернизации промышленных объектов в изолированных энергорайонах России:

1. Снижение затрат на энергопотребление. Модернизация оборудования и систем энергоснабжения может поспособствовать снижению затрат на энергопотребление, что позволит потребителю сэкономить на энергозатратах и оплатить услуги энергосервисной компании.
2. Увеличение энергоэффективности. Модернизация оборудования и систем энергоснабжения может помочь увеличению энергоэффективности, что обеспечит возможность потребителю использовать энергию более эффективно и экономично.
3. Снижение рисков. Энергосервисная компания берет на себя риски, связанные с модернизацией оборудования и систем энергоснабжения, нивелируя риски самого потребителя, который большее внимание уделяет своей основной деятельности.
4. Улучшение качества энергоснабжения. Модернизация оборудования и систем энергоснабжения может привести к улучшению качества энергоснабжения, что повысит надежность работы промышленных объектов и уменьшит вероятность аварий.

Таким образом, использование ЭСК может быть эффективным инструментом для модернизации промышленных объектов в изолированных энергорайонах России и повышения их энергетической безопасности.

В качестве примера использования ЭСК в заявленных целях может быть приведена отображенная на рисунке 2 схема модернизации энергообъектов на примере одного из наиболее многообещающих направлений в актуальных условиях – гибридизации производства на основе применения ископаемого (дизельного) топлива и ВИЭ (в частности, ветро- и солнечных установок).

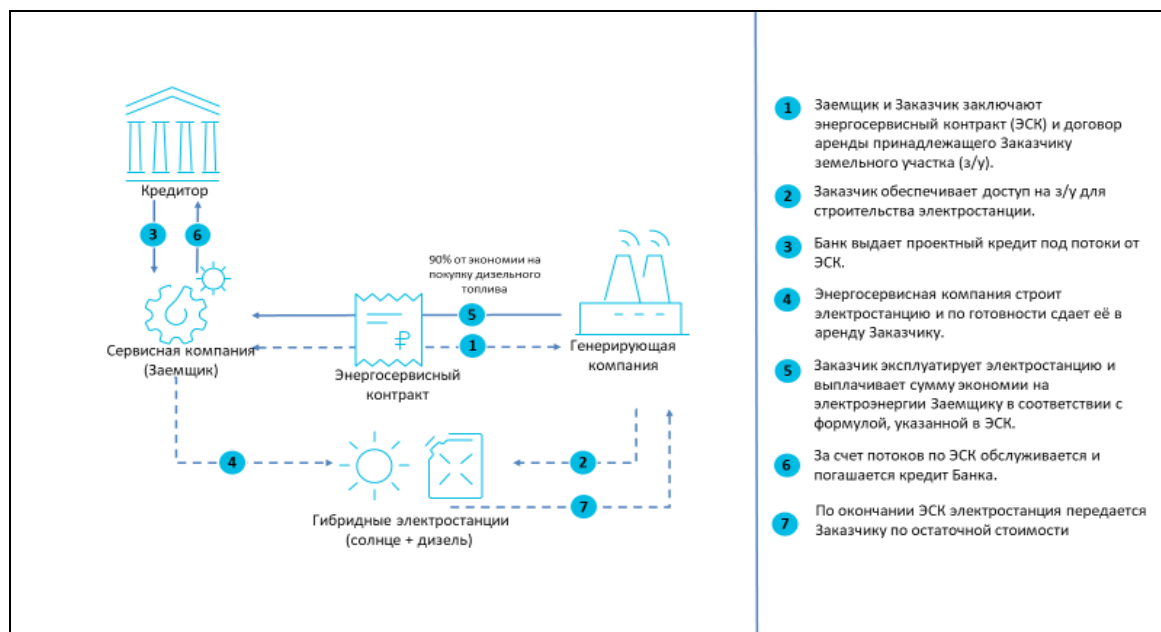


Рис. 2. / Fig. 2. Схема реализации энергосервисного контракта по гибридной модернизации энергетического производства в изолированных районах Дальнего Востока и Арктики России / Scheme for the implementation of an energy service contract for the hybrid modernization of energy production in isolated areas of the Russian Far East and the Arctic

Источник: / Source: составлено автором / compiled by the author.

Перспективный характер гибридных проектов по «зеленой» модернизации промышленных объектов энергоснабжения изолированных районов заключается в том, что при сохранении стабилизирующего топливного фундамента (проработанных на многолетней практике цепей поставок дизельного топлива) значительно повышается энергоэффективность и одновременно снижается себестоимость генерируемой энергии за счет восполнения ВИЭ.

С учетом объективного лимитирования инвестиционно-финансовых ресурсов особый интерес вызывает потенциал применения **инструментов «зеленого» финансирования** проектов по модернизации и развитию изолированных энергосистем русской Арктики и Дальнего Востока. В число соответствующих инструментов представляется целесообразным включить нижеследующие (Sachs, Woo, Yoshino, and Taghizadeh-Hesary, 2019; Saeed, Bouri, and Alsulami, 2021):

1) «зеленые» облигации – облигации, выпущенные компаниями или правительствами для финансирования экологических проектов, таких как энергетическая эффективность, возобновляемая энергия, утилизация отходов, включая энергосервисные контракты;

2) «зеленые» кредиты – кредиты, предоставляемые банками и другими финансовыми учреждениями для финансирования экологических проектов, в том числе по ставкам со специальным субсидированием;

3) фонды «зеленых» инвестиций – инвестиционные фонды, которые инвестируют в экологические проекты, такие как возобновляемая энергия, утилизация отходов и т.д. Создание таких фондов представляется исключительно важным решением в контексте повышения уровня энергетической безопасности изолированных районов на перспективу;

4) «зеленые» гранты – финансовая помощь, предоставляемая федеральными и региональными правительствами, некоммерческими организациями и фондами для финансирования экологических проектов;

5) «зеленые» страховые продукты – страховые продукты, которые покрывают риски, связанные с экологическими проектами, такие как возобновляемая энергия, утилизация отходов и т.д.

Перечисленные инструменты могут быть использованы для поддержки проектов по модернизации энергетики изолированных территорий, направленных на улучшение экологической эффективности и снижение вредного воздействия на окружающую среду.

Проведение «зеленой» модернизации промышленных объектов энергоснабжения позволит **повысить энергетическую безопасность** изолированных энергорайонов, в том числе по нижеследующим направлениям:

- установка возобновляемых источников энергии, таких как солнечные панели и ветрогенераторы, обеспечивает снижение зависимости от традиционных источников энергии, таких как газ и нефть, недоступных или крайне ограниченных в изолированных районах;
- использование возобновляемых источников энергии также дает возможность уменьшить затраты на транспортировку топлива в изолированные районы, которая в настоящее время радикально повышает конечную стоимость потребляемых энергоресурсов;
- установка современных систем управления энергопотреблением оптимизирует использование энергии и снижает потребление энергии в целом;
- внедрение энергоэффективных технологий и оборудования также обеспечивает сокращение потребления энергии и повышение энергетической эффективности;
- «зеленая» модернизация призвана сбалансировать экономические аспекты функционирования изолированных энергосистем в территориально удаленных районах Дальнего Востока и Арктики Российской Федерации.

На последний из перечисленных аспектов представляется целесообразным обратить особое внимание ввиду прямой связи аспектов энергетической и экономической безопасности. Опираясь на материалы релевантного международного опыта, можно констатировать, что **«зеленая» модернизация энергообъектов может сбалансировать экономические аспекты функционирования изолированных энергосистем** в территориально удаленных районах Дальнего Востока и Арктики Российской Федерации следующим образом:

1. Снижение затрат на топливо. «Зеленая» модернизация позволяет перейти на использование возобновляемых источников энергии, таких как солнечная, ветровая, гидроэнергетика и др., предоставляя возможность снизить затраты на топливо и уменьшить зависимость от импорта нефти и газа.

2. Увеличение энергетической эффективности. «Зеленая» модернизация позволяет увеличить энергетическую эффективность оборудования и снизить потери энергии при транспортировке и распределении электроэнергии, открывая путь к снижению затрат на энергию и общему повышению экономической эффективности работы энергосистем.

3. Развитие местной экономики. «Зеленая» модернизация позволяет создавать новые рабочие места и развивать местную экономику за счет использования местных ресурсов и технологий, тем самым способствуя устойчивому развитию региона и повышению жизненного уровня населения.

4. Снижение экологического воздействия. «Зеленая» модернизация позволяет снизить экологическое воздействие на окружающую среду за счет использования возобновляемых источников энергии и снижения выбросов вредных веществ, способствуя улучшению экологической ситуации в регионе и повышению качества жизни населения.

В результате проведение «зеленой» модернизации промышленных объектов энергоснабжения позволит повысить энергетическую безопасность изолированных энергорайонов, снизить зависимость от традиционных источников энергии и сократить затраты на транспортировку топлива.

Перспективы модернизационного обеспечения экономической и энергетической безопасности изолированных территорий посредством, в частности, реализации гибридных энергосервисных проектов могут быть проиллюстрированы на **примере показателей функционирования гибридной электростанции** в п. Улахан-Кюель (**Табалах**) Республики Саха (Якутия), строительство которой завершено и осуществлен плановый ввод в эксплуатацию. В частности, на рисунке 3 представлены показатели снижения удельного расхода топлива по проекту в 2022 году.

Среди эффектов указанного проекта:

- снижение объёма потребления топлива до 45% путём сокращения часов работы гибридной установки за счет модернизации существующих объектов и интеграции фотоэлектрических модулей в гибридную систему энергоснабжения с использованием систем накопления электроэнергии;

- обеспечение качественного учета генерируемой электроэнергии;
- снижение расходов, связанных с транспортировкой и хранением топлива;
- сокращение федеральной субсидии на компенсацию топливной составляющей в изолированных энергорайонах, перенаправление бюджетных средств на другие социальные нужды;
- создание новых рабочих мест на этапе строительства и на этапе эксплуатации объектов;
- увеличение муниципальных и региональных налоговых поступлений;
- повышение надежности энергоснабжения потребителей;
- снижение выбросов углекислого газа.

Соответствующий опыт может быть тиражирован и масштабирован для практического применения в интересах обеспечения энергетической безопасности изолированных районов Дальнего Востока и Арктики Российской Федерации.

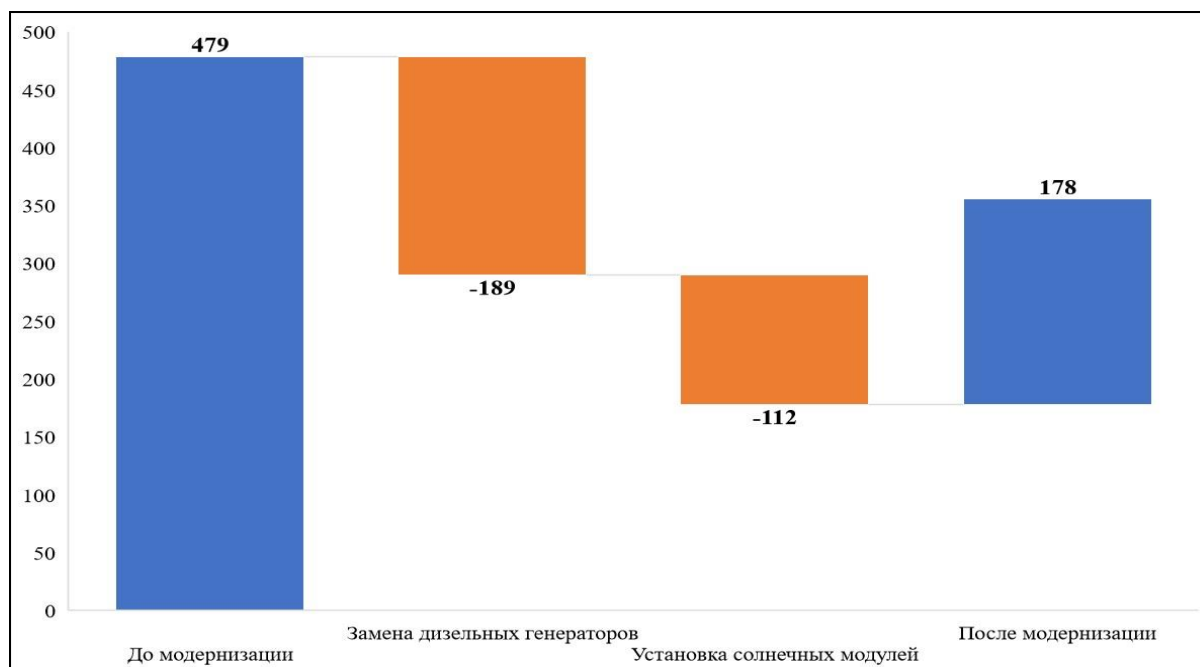


Рис. 3. / Fig. 3. Снижение расхода топлива при гибридной модернизации промышленных объектов энергоснабжения изолированных районов на примере проекта Табалах в 2022 г., тонн / Reducing fuel consumption during hybrid modernization of industrial power supply facilities in isolated areas on the example of the Tabalakh project in 2022, tons

Источник: / Source: составлено автором по данным управленческого учета по проекту / compiled by the author according to Project accounting data.

Выводы

Таким образом, «зеленая» модернизация энергообъектов может сбалансировать экономические аспекты функционирования изолированных энергосистем в территориально удаленных районах Дальнего Востока и Арктики Российской Федерации, повысив их энергетическую эффективность, устойчивость и экологическую безопасность. Осуществление модернизации необходимо осуществлять на основе внутреннего развития и инноваций. Концептуальные решения в области обеспечения энергобезопасности, опирающиеся преимущественно на внутренние ресурсы и возможности при модернизации и развитии промышленных объектов изолированной энергетики Дальнего Востока и Арктики Российской

Федерации, являются необходимыми для обеспечения надежности и устойчивости энергоснабжения в регионах, а также для развития экономики в целом.

Литература / References

1. Аверьянов, В.К., Карасевич, А.М. и Федяев, А.В. (2008), *Системы малой энергетики: современное состояние и перспективы развития*, т. 1 и 2, М., 960 с. [Averyanov, V.K., Karasevich, A.M. and Fedyaev, A.V. (2008), *Small power systems: current state and development prospects*, vol. 1 and 2, M., 960 p.].
2. Елистратов, В.В. (2015), “Энергетическое снабжение изолированных территорий России”, *Академия энергетики*, № 4 (66), с. 26-33. [Elistratov, V.V. (2015), “Energy supply of isolated territories of Russia”, *Academy of Energy*, no. 4 (66), pp. 26-33].
3. Кобылин, В.П. (2006), *Повышение эксплуатационной надежности электросетевого хозяйства на Севере*, Наука, Новосибирск, 221 с. [Kobylin, V.P. (2006), *Improving the operational reliability of electric grid facilities in the North*, Nauka, Novosibirsk, 221 p.].
4. Лисин, Е.М. (2018), *Методологические аспекты обеспечения энергетической безопасности на территориальном уровне в условиях либерализации и глобализации энергетики: Монография*, «Издательство МЭИ», М. [Lisin, E.M. (2018), *Methodological aspects of ensuring energy security at the territorial level in the context of energy liberalization and globalization: Monograph*, «MPEI Publishing House», M.].
5. *Объекты генерации в изолированных и труднодоступных территориях в России: Аналитический доклад* (2020), Аналитический центр при Правительстве Российской Федерации. [Generation facilities in isolated and hard-to-reach areas in Russia: Analytical report (2020), Analytical Center under the Government of the Russian Federation].
6. Полянская, О.А., Татаренко, В.Н., Беспалова, В.В., Соколова, В.А. и Шейнова, И.П. (2020), “Аналитический обзор применения энергосервисных контрактов в России и Евросоюзе”, *Проблемы социально-экономического развития Сибири*, № 4, с. 44-50, DOI: <https://doi.org/10.18324/2224-1833-2020-4-44-50>. [Polyanskaya, O.A., Tatarenko, V.N., Bepalova, V.V., Sokolova, V.A. and Sheinova, I.P. (2020), “Analytical review of the use of energy service contracts in Russia and the European Union”, *Problems of socio-economic development of Siberia*, no. 4, pp. 44-50, DOI: <https://doi.org/10.18324/2224-1833-2020-4-44-50>].
7. Урунов, А.А., Усманов, Д.И. и Зоидов, З.К. (2022), “Укрупнение регионов как инструмент эффективного управления единым экономическим пространством России”, *Проблемы рыночной экономики*, № 2, с. 17-28, DOI: <https://doi.org/10.33051/2500-2325-2022-2-17-28>. [Urunov, A.A., Usmanov, D.I. and Zoidov, Z.K. (2022), “Consolidation of regions as a tool for effective management of the single economic space of Russia”, *Market economy problems*, no. 2, pp. 17-28, DOI: <https://doi.org/10.33051/2500-2325-2022-2-17-28>].
8. Шевченко, Л.И. (2021), “Понятие и правовое обеспечение энергетической безопасности как основы энергетического правопорядка”, *Правовой энергетический форум*, №. 1, с. 26-31. [Shevchenko, L.I. (2021), “The concept and legal support of energy security as the basis of the energy law and order”, *Energy Law Forum*, no. 1, pp. 26-31].
9. Bhowmik, C., Bhowmik, S., Ray, A. and Pandey, K.M. (2017), “Optimal green energy planning for sustainable development: A review”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 71, pp. 796-813, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.12.105>.
10. Boue, A. (2016), “Off-grid renewable energy in remote Arctic areas: An analysis of the Russian Far East”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 59, pp. 1029-1037, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.01.034>.
11. Brent, A.C. and Kruger, W.J. (2009), “Systems analyses and the sustainable transfer of renewable energy technologies: A focus on remote areas of Africa”, *Renewable Energy*, vol. 34, no. 7, pp. 1774-1781, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.renene.2008.10.012>.
12. Dolgushin, A.B., Tsukanov, A.A. and Kondratiev, A.D. (2021), “Prospects for the Use of Renewable Energy Sources in the Territory of the Russian Federation”, *Sustainable Development: Society, Ecology, Economy: Proceedings of the XVth International Scientific Conference, 28 March*

2019, Moscow Witte University, Cham: Springer International Publishing, pp. 45-53, DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-030-73110-6-6>.

13. Dźwigoł, H., Dźwigoł-Barosz, M., Zhyvko, Z., Miśkiewicz, R. and Pushak, H. (2019), "Evaluation of the energy security as a component of national security of the country", *Journal of Security & Sustainability Issues*, vol. 8, no. 3, pp. 307-317, DOI: [http://doi.org/10.9770/jssi.2019.8.3\(2\)](http://doi.org/10.9770/jssi.2019.8.3(2)).

14. Eydeland, A. and Wolyniec, K. (2002), *Energy and Power Risk Management. New Development in Modelling, Pricing and hedging*, John Wiley and Sons, New York, NY.

15. Fathabadi, H. (2017), "Novel standalone hybrid solar/wind/fuel cell power generation system for remote areas", *Solar Energy*, no. 146, pp. 30-43.

16. Hamilton, J., Negnevitsky, M., Wang, X. and Lyden, S. (2019), "High penetration renewable generation within Australian isolated and remote power systems", *Energy*, vol. 168, pp. 684-692, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.energy.2018.11.118>.

17. Matsui, E.A. and Kryukova, E.V. (2021), "Energy security is an important component of national security", *SHS Web of Conferences, International Conference on Economics, Management and Technologies 2021 (ICEMT 2021)*, vol. 110, 01049, DOI: <https://doi.org/10.1051/shsconf/202111001049>.

18. Nepal, R. and Menezes, F. (2017), "Regulatory Reforms in Small Energy Systems: Experience from Australia's Northern Territory Electricity Market", *Economic Papers: A journal of applied economics and policy*, vol. 36, no. 3, pp. 300-316, DOI: <https://doi.org/10.1111/1759-3441.12181>.

19. Nikitaeva, A.Y., Chernova, O.A. and Molapisi, L. (2022), "Smart territories as a driver for the transition to sustainable regional development and green economy", *R-Economy*, vol. 8, no. 2, pp. 120-134, DOI: <https://doi.org/10.15826/recon.2022.8.2.010>.

20. Potravnyi, I.M., Yashalova, N.Y., Boroukhin, D.S. and Tolstoukhova, M.P. (2020), "The usage of renewable energy sources in the Arctic: the role of public-private partnership", *Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast*, vol. 13, no. 1, pp. 144-159, DOI: <https://doi.org/10.15838/esc.2020.1.67.8>.

21. Sachs, J.D., Woo, W.T., Yoshino, N. and Taghizadeh-Hesary, F. (2019), "Importance of green finance for achieving sustainable development goals and energy security", *Handbook of green finance*, Springer, Singapore, pp. 3-12, DOI: https://doi.org/10.1007/978-981-13-0227-5_13.

22. Saeed, T., Bouri, E. and Alsulami, H. (2021), "Extreme return connectedness and its determinants between clean/green and dirty energy investments", *Energy Economics*, vol. 96, 105017, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2020.105017>.

Об авторе

Шутов Игорь Владимирович, аспирант Института проблем рынка РАН, Москва, Россия.

About author

Igor V. Shutov, Postgraduate student of the Market Economy Institute of RAS, Moscow, Russia.