

УДК 620.91

DOI 10.51691/2541-8327\_2021\_5\_6

***ИННОВАЦИОННОЕ РАЗВИТИЕ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО  
КОМПЛЕКСА ВОСТОЧНЫХ РЕГИОНОВ РОССИИ***

***Наумов И.И.***

*к.т.н., доцент,*

*Институт Сферы Обслуживания и Предпринимательства (филиал) Донской  
государственный технический университет в г. Шахты*

*Россия, Шахты*

***Моторин Д. Е.***

*Студент*

*Институт Сферы Обслуживания и Предпринимательства (филиал) Донской  
государственный технический университет в г. Шахты*

*Россия, Шахты*

***Тарасюк М. А.***

*Студент*

*Институт Сферы Обслуживания и Предпринимательства (филиал) Донской  
государственный технический университет в г. Шахты*

*Россия, Шахты*

**Аннотация:**

Важнейшим направлением современного этапа развития России является рост ее энергоэффективности, связанный с переходом на инновационную энергетику. Использование инновационных технологий является важным фактором, влияющим на долгосрочные прогнозы развития экономики и топливно-энергетического комплекса (ТЭК), что требует разработки новых подходов для обоснования прогнозов развития ТЭК в России и ее регионах. Инновационное развитие ТЭК повысит энергоэффективность экономики и улучшит окружающую среду, поскольку будет снижен расход топлива и уменьшены выбросы вредных веществ в окружающую среду. Решение этой

проблемы актуально для восточных регионов, которые являются наиболее экологически неблагополучными экономическими регионами России. Это определило актуальность исследования. Цель исследования - определить влияние инновационного развития топливно-энергетического комплекса на экономику восточных регионов. Методы исследования - системный анализ, бухгалтерский баланс, статистические методы. Авторами разработана методика оценки влияния инновационного развития топливно-энергетического комплекса на экономику регионов, создана модель и компьютерный инструментарий.

**Ключевые слова:** Топливо-энергетический комплекс, Восточные регионы, инновации, экономика, энергоэффективность, наилучшие доступные технологии.

***INNOVATIVE DEVELOPMENT OF THE FUEL AND ENERGY COMPLEX IN  
THE EASTERN REGIONS OF RUSSIA***

***Naumov I.I.***

*Ph.D., associate professor,*

*Institute of Service and Entrepreneurship (branch) Don State Technical University  
in Shakhty*

*Russia, Shakhty*

***Motorin D.E.***

*Student*

*Institute of Service and Entrepreneurship (branch) Don State Technical University  
in Shakhty*

*Russia, Shakhty*

***Tarasyuk M.A.***

*Student*

*Institute of Service and Entrepreneurship (branch) Don State Technical University*

*in Shakhty*

*Russia, Shakhty*

### **Abstract:**

The most important direction of the current stage of Russia's development is the growth of its energy efficiency associated with the transition to innovative energy. The use of innovative technologies is an important factor influencing long-term forecasts of economic development and the fuel and energy complex (FEC), which necessitates the development of new approaches to justify the forecasts of the FEC development in Russia and its regions. Innovative development of the FEC will increase energy efficiency of the economy and improve the environment as fuel consumption will be reduced and emissions of harmful substances into the environment will be reduced. Solving this problem is important for Eastern regions, which are the most environmentally disadvantaged economic regions of Russia. This has determined the relevance of the study. The goal of the study is to determine the impact of innovative development of the fuel and energy complex on the economy of Eastern regions. Methods of research - system analysis, balance sheet, statistical methods. The authors developed a method to assess the impact of innovative development of the fuel and energy complex on the economy of the regions, created a model and computer tools.

**Keywords:** Fuel and energy complex, Eastern regions, innovation, economy, energy efficiency, best available technologies.

### **Введение**

Изменения в экономике страны, связанные с переходом на интеллектуальную энергетику, вызывают необходимость разработки новых подходов к обоснованию прогнозов инновационного развития топливно-энергетического комплекса России и его регионов. Применение инновационных энергетических технологий приводит к изменению структуры

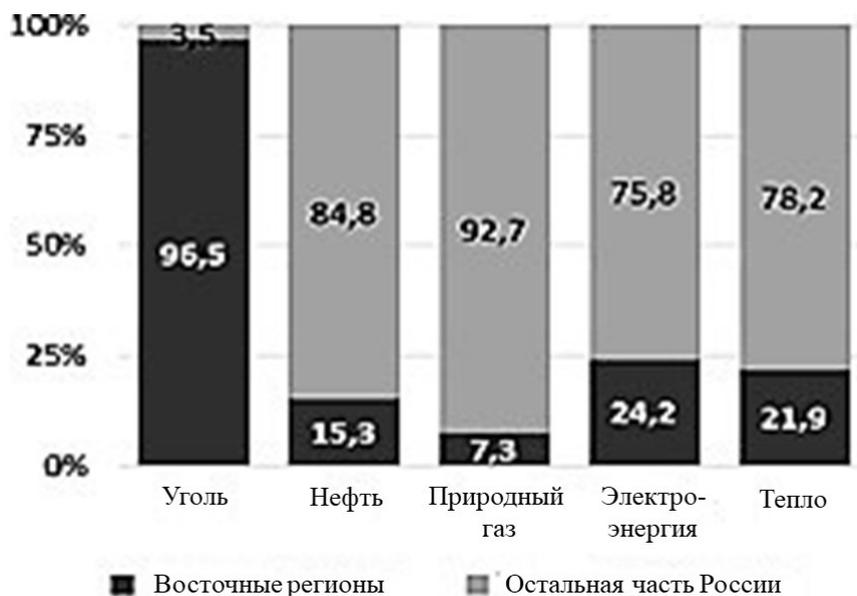
поставок и потребления топливно-энергетических ресурсов (ТЭР). Подобные изменения необходимо учитывать при анализе и долгосрочном прогнозе инновационного развития ТЭК России и ее восточных регионов. Использование инновационных технологий оказывает большое влияние на такие задачи, как повышение энергоэффективности, повышение энергетической безопасности, повышение конкурентоспособности страны и ее регионов, снижение экологических проблем. Поэтому учет возможности использования инновационных технологий становится важным фактором, влияющим на долгосрочные прогнозы развития экономики и топливно-энергетического комплекса.

Восточные регионы обладают значительным потенциалом применения инноваций в топливно-энергетическом комплексе. На рисунке 1 показана роль восточных регионов России в производстве ТЭР. Большое количество генерирующих предприятий для развития топливно-энергетической отрасли на новой технологической основе. Реализация крупных инвестиционных проектов по обновлению и модернизации производственного оборудования. Наличие большого количества изолированной от централизованной энергетики для использования передовых технологических решений при создании новых энергогенерирующих предприятий.

Эффективность использования ТЭР - одна из важных задач в реализации национальных топливно-энергетических ресурсов, интересов как региона, так и страны в целом. Внедрение инновационного развития топливно-энергетического комплекса, способствующего энергосбережению, позволит значительно повысить энергоэффективность экономики и повысить экологическую безопасность восточных регионов, так как снижение расхода топлива значительно снизит вредные выбросы в окружающую среду.

В целях проведения исследований по материалам зарубежных и российских источников создана информационно-аналитическая база инновационных технологий в ТЭК и разработан модельный и компьютерный инструментарий для оценки влияния инновационного развития топливно-

энергетического комплекса в России. Восточные регионы по экономике.



**Рис. 1.** Роль восточных регионов России в производстве ТЭР.[1]

### Обзор инновационных энергетических технологий

В мире одной из самых авторитетных организаций в области инновационного развития топливно-энергетического комплекса является Международное энергетическое агентство (МЭА), которое помогает обеспечить бесперебойное и доступное энергоснабжение потребителей в странах-членах ОЭСР при сохранении окружающей среды [1]. У МЭА есть проект «Перспективы энергетических технологий», который знакомит заинтересованные стороны с перспективными мировыми энергетическими технологиями. МЭА имеет следующие интересы в области энергетических технологий: использование ископаемого топлива, эффективное использование конечной энергии, термоядерный синтез, электроэнергетика. Главный результат проекта - отчет «Перспективы энергетических технологий», который публикуется раз в два года. В отчете Energy Technology Outlook 2017 представлены результаты исследования влияния научно-технического прогресса на динамику топливно-энергетического комплекса, на которое будут влиять энергетическая и экологическая безопасность, а также экономическая

стабильность стран ОЭСР в ближайшие десятилетия. зависит. По данным МЭА, внедрение инновационных технологий в электроэнергетике в глобальном масштабе обеспечит ежегодную экономию ископаемого топлива в размере около 950-1100 млн т с. е. (что соответствует среднегодовому потреблению природного топлива в России).

Японский бизнес-альянс за интеллектуальную энергетику во всем мире (JASE-W) - организация, созданная в 2008 году для распространения передовых разработок Японии в области энергосбережения. В «Japanese Smart Energy Products & Technologies», выпущенном в 2017г. [2], представлено большое количество инноваций (с подробным описанием их принципа действия и преимуществ перед традиционными технологиями), которые используются в различных сферах (в том числе в топливной и энергетический сектор) в Японии.

Несколько примеров инноваций, используемых в японской электроэнергетике, которые могут успешно применяться в России.

1. Высокоэффективная тепловая электростанция со сверхкритическим давлением. В паровых турбинах используются самые оптимальные высокопрочные материалы и конструкции, подходящие для условий высокого давления и температуры. По сравнению с аналогичным оборудованием (паровыми турбинами предкритического давления) это оборудование имеет КПД 5,5% и выше.

2. Тепловая газотурбинная установка - это энергетическая система с общим КПД более 80% (КПД выработки электроэнергии - около 30%, КПД рекуперации тепла пара около 50%) на основе турбины электрогенератора, использующей природный газ в качестве топлива с рекуперацией тепла отходящие газы. Данная система экономична из-за отсутствия специальных высоковольтных систем электроснабжения от электросети, энергосберегающая и экологически чистая за счет снижения выбросов CO<sub>2</sub>.

3. Новое поколение солнечных тепловых электростанций - технология параболического желоба из расплавленной соли (MSPT), преимуществом

которой (по сравнению с другими видами возобновляемых источников энергии) является удобство хранения и подачи энергии. Гелиотермальная энергия может храниться в резервуаре и поставляться потребителям независимо от погоды. Стоимость накопителя энергии сопоставима со стоимостью аккумулятора. В MSPT синтетическое масло заменяется расплавом соли, который используется в качестве теплоносителя и может поднять рабочую температуру до 550 °С. Преимущества данной системы по сравнению с технологией на синтетическом масле: повышенный КПД паровых турбин; удобство в хранении энергии; меньший размер агрегата.

Япония - мировой лидер по производству тепловых электростанций, использующих уголь в качестве топлива (самый высокий КПД среди развитых стран). Внедрение передовых высокоэффективных японских технологий на угольных электростанциях, замена оборудования и ряд других инноваций в России могут дать большой энергосберегающий эффект: сокращение ввода новых электростанций, снижение расхода угля и другого топлива.

Поэтому изучение опыта инновационных технологий в развитых странах очень важно для России, развивающей собственные отечественные инновации в различных сферах (что особенно актуально в условиях продолжающихся антироссийских санкций и политики импортозамещения). Стратегическая задача, стоящая перед российским топливно-энергетическим комплексом, - инновационное развитие его отраслей, требующее технологических инноваций. В настоящее время инновационное развитие в топливно-энергетическом комплексе России осуществляется в соответствии с программными документами, разработанными Минэнерго России: «Прогноз научно-технологического развития отраслей топливно-энергетического комплекса России на период до 2035 года». (далее - Прогноз STD); Дорожная карта «Внедрение инновационных технологий и современных материалов в топливно-энергетическом комплексе»; Дорожная карта «Энергетическая сеть» Национальной технологической инициативы; Национальный проект «Интеллектуальная энергетическая система России».

В прогнозе STD перечислены передовые технологии, которые могут оказать наибольшее влияние на развитие экономики России. К наиболее перспективным направлениям развития нефтегазового сектора относятся внедрение технологий увеличения нефтеотдачи и коэффициента нефтеотдачи, освоение трудноизвлекаемых нефтяных и морских месторождений, производство и транспортировка СПГ [3]. К наиболее перспективным нововведениям в электроэнергетике относятся: «цифровизация энергетики» - внедрение автоматизированных систем защиты и управления электроподстанциями, разработка технологий для активных и адаптивных электрических сетей, технологических концепций «SmartGrid» и «Energynet», внедрение нового электрического, электромеханического и электронного оборудования. В угольной отрасли наиболее перспективными направлениями технологического развития считаются: повышение технического уровня добычи угля подземным способом и совершенствование технологий углеобогатки.

В прогнозе STD для ТЭК России перечислены 24 основных отраслевых технологии, внедрение и распространение которых может дать крупномасштабный экономический эффект, предотвратить угрозы энергетической безопасности и обеспечить технологическую независимость страны [3]. Наибольшее количество этих технологий (11) приходится на нефтегазовый сектор, из них три - в нефтепереработке и нефтегазохимии, десять инновационных технологий предложены для электроэнергетики и три - для угольной промышленности. В прогнозе STD развития нефтегазового сектора России [3] перечислены следующие инновационные технологии: добыча трудноизвлекаемых и нетрадиционных запасов углеводородов, в том числе на шельфе Арктического и дальневосточного морей; гидроразрыв; бурение и строительство скважин сложного профиля; производство гибких насосно-компрессорных труб для ГРМ; повышенная нефтеотдача; комплексная разведка месторождений углеводородов; производство катализаторов для нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности; и переработка

углеводородов.

В электроэнергетике России, согласно прогнозу STD, к числу инновационных технологий относятся следующие [3]: производство газотурбинных установок (ГТУ) большой мощности с высоким КПД; электрохимические, в том числе топливные элементы и аккумуляторы большой емкости; экологически безопасное использование твердого топлива в энергетике (в том числе энергоблоки на сверхсверхкритические параметры пара, энергоблоки со сжиганием угля в циркулирующем псевдоожиженном слое; технологии газификации угля с последующим использованием синтез-газа в парогазовой полости); технологии газификации угля.

К важнейшим технологиям, предложенным для инновационного развития угольной промышленности и перечисленным в прогнозе STD, относятся: роботизированные технологии добычи угля без постоянного присутствия человека в рабочем пространстве; технологии дегазации угольных пластов и утилизации шахтного метана; обогащение и глубокая переработка угля [3]. Водородная энергетика, малая распределенная генерация с использованием возобновляемых источников энергии, фотоэлектрические преобразователи, сетевые приводы также включены в прогноз STD [3]. В рамках Национальной технологической инициативы (НТИ) определен один из важных приоритетов государственной политики по развитию производств в новом технологическом укладе и для выхода страны на рынки будущего, а также разработана дорожная карта «Energynet»[4], согласно которому планируется реализация ряда пилотных технических проектов в сферах повышения надежности и гибкости сетей электропередачи для развития интеллектуальной распределенной генерации и обслуживания потребителей, необходимых для реализации решений для активной энергии. Минэнерго России курирует реализацию Дорожной карты «Энергетической сети» в части корректировки нормативной базы, пилотных технических проектов, координации инновационной политики в электроэнергетике и на уровне энергокомпаний, а также координации действий всех заинтересованных сторон.

Следующим программным документом Минэнерго РФ, согласно которому в настоящее время осуществляется инновационное развитие электроэнергетики, является Национальный проект «Интеллектуальная энергосистема России», цель которого - создание необходимых условия для перехода к интеллектуальной электроэнергетике страны за счет формирования соответствующей нормативной и нормативно-технической базы, включая совершенствование розничного и оптового рынка электроэнергии, а также за счет создания необходимой инфраструктуры и создание необходимой инфраструктуры [5].

### Сценарий инновационного развития

Информационно-аналитическая база инновационных технологий в топливно-энергетическом комплексе, предназначенная для комплексного анализа и долгосрочного прогнозирования инновационного развития топливно-энергетического комплекса восточных регионов, сформирована в соответствии с распоряжениями Минприроды. Энергетика РФ. По большей части он составлен из инновационных технологий, перечисленных в STD Forecast, а также учитывает ряд наиболее перспективных технологических решений и разработок, реализованных в России и экономически развитых странах мира. Прогноз инновационного развития топливно-энергетического комплекса восточных регионов должен основываться на указанных технологиях.

Инновационный сценарий развития ТЭК восточных регионов представлен в таблице 1.

**Таблица 1.** Сценарные индикаторы инновационного развития топливно-энергетического комплекса восточных регионов России.

Показатель	2019	2026-2030	2031-2035
Энергоемкость ВРП, кг у.т. / тыс. Руб.	14	12,5-13,7	11,8-12,4
Производство ТЭР:			
- уголь, млн. t	423	450-480	465-495
- нефть, млн. t	86	110-122	117-126
- природный газ, млрд м <sup>3</sup>	54	100-115	120-135
- электричество, млрд кВт/ч	275	318-335	332-366

- тепловая энергия, млн Гкал	278	273-283	280-293
Потребление ТЭР:			
- уголь, млн. t	123	134-135	134-138
- нефть и нефтепродукты, млн t.	45	55-59	61-64
- природный газ, млрд м <sup>3</sup>	30	30-31	30-32
- электричество, млрд кВт/ч	276	305-320	320-350

Наиболее значимыми факторами, влияющими на энергоэффективность экономики восточных регионов, являются: снижение удельных затрат ТЭР на производство, особенно в наиболее энергоемких видах экономической деятельности (металлургия, лесопереработка, нефтехимия и др.); снижение энергопотребления в госсекторе, ЖКХ и среди населения за счет более рационального потребления энергоресурсов; снижение потерь ТЭР при их добыче, переработке, транспортировке; и снижение удельных затрат на ТЭР на производство энергии.

Механизмы внедрения технологических факторов повышения энергоэффективности экономики восточных регионов в топливно-энергетическом комплексе следующие:

- вывод из эксплуатации морально и физически устаревшего оборудования с низкими параметрами угольных ТЭС; ускорение технического перевооружения и реконструкции существующих тепловых электростанций на основе экологически чистых технологий;

- ввод в эксплуатацию высокоэффективных генерирующих мощностей с минимальным расходом топлива на производство электроэнергии и тепла (например, мини-ТЭЦ, тепловые насосы, современные модульные газовые котельные, отходы деревообработки, древесные гранулы и др.) для изолированных потребителей;

- внедрение энергосберегающих технологий и инновационного оборудования в нефтегазовой угольной отрасли, а также в процессах топливно-энергетического снабжения и распределения;

- снижение потерь ТЭР в нефтегазовом комплексе: согласно требованиям российского законодательства, нефтяным компаниям необходимо

довести утилизацию попутного нефтяного газа до 95% либо путем обратной закачки, либо с применением инновационных технологий. Например, тепловые установки на топливных элементах (с КПД до 85% при комбинированном производстве электроэнергии и тепла), тепловые установки на базе двигателей внешнего сгорания и т. Д., Использующие в качестве топлива попутный нефтяной газ;

– снижение теплотерь: своевременный контроль и мониторинг технического состояния тепловых сетей, диагностика, анализ, оперативный ремонт, применение новых теплозащитных материалов, композитных труб, более полное использование вторичных теплоэнергетических ресурсов (в т.ч. агрегатов рекуперации тепла, рекуператоров и т..).

Механизмами реализации технологических факторов в неэнергетических секторах экономической деятельности являются:

– внедрение инновационных технологических процессов и энергосберегающего оборудования, позволяющих рационально снизить расход топлива и энергии. Например, для электрооборудования использование конденсаторных блоков и частотно-регулируемых электроприводов, позволяющих экономить до 30-50% потребляемой энергии; в ЖКХ использование «умных систем освещения» автоматических систем управления освещением и энергоэффективных осветительных приборов;

– планомерная реализация ресурсосберегающих мероприятий в соответствии с региональной программой энергосбережения. В существующих зданиях - герметизация и устранение потерь тепла через окна, двери, вентиляционные коммуникации; в строящихся зданиях - утепление стен, установка современных стеклопакетов, энергосберегающие кровли, экономичные системы отопления и т.д.

### **Заключение**

В ходе исследования были получены следующие результаты. Разработана информационно-аналитическая база инновационных технологий для

комплексного анализа и долгосрочного прогнозирования инновационного развития топливно-энергетического комплекса. Проведен обзор зарубежных и российских источников по применению инновационных технологий в отраслях топливно-энергетического комплекса. Осуществлялось наблюдение за внедрением инноваций в восточных регионах. Оценено влияние инновационного развития топливно-энергетического комплекса на экономику.

Внедрение инновационных технологий оказывает значительное влияние на энергоэффективность экономики восточных регионов, повышая их конкурентоспособность и уменьшая экологические проблемы. В статье показаны основные направления инновационно-технологического развития топливно-энергетического комплекса восточных регионов, дана экономическая оценка этого процесса.

Инновационное развитие топливно-энергетического комплекса положительно скажется на экономике и окружающей среде, что улучшит качество жизни населения восточных регионов России.

Результаты будут использованы в дальнейших исследованиях для прогнозирования инновационного развития топливно-энергетического комплекса страны и ее восточных регионов, а также для разработки рекомендаций по использованию эффективных инновационных технологий в схемах энергоснабжения для разработки региональных энергетических стратегий.

Научные разработки могут быть использованы федеральными и региональными органами власти и энергетическими компаниями для внедрения инновационных технологий в энергетике для надежного и эффективного энергоснабжения потребителей.

### **Библиографический список:**

1. Перспективы энергетических технологий 2017. [Электронный ресурс] .URL: <http://www.iea.org/etp2017/summary/> (дата обращения 11.04.2021).
2. Японские продукты и технологии интеллектуальной энергетики,

2017. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.jase-w.eccj.or.jp/technologies-r/> (дата обращения 11.04.2021).

3. Прогноз научно-технического развития топливно-энергетического комплекса России на период до 2035 года. [Электронный ресурс]. URL: <https://minenergo.gov.ru/node/8914> (дата обращения 15.04.2021).

4. «ENERGYNET Roadmap Национальной технологической инициативы. [Электронный ресурс]. URL: <https://minenergo.gov.ru/node/8916> (дата обращения 15.04.2021).

5. Национальный проект «Интеллектуальная энергетическая система России». [Электронный ресурс]. URL: <https://minenergo.gov.ru/node/8917> (дата обращения 15.04.2021).

*Оригинальность 76%*