

# ИННОВАЦИОННЫЕ РЕШЕНИЯ ПО РАЗВИТИЮ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ОБЪЕКТОВ ГРУППЫ ГАЗПРОМ

УДК 620.98

**Ю.И. Спектор**, д.т.н., АО «Газпром промгаз» (Москва, РФ)  
**В.К. Аверьянов**, д.т.н., АО «Газпром промгаз» (Москва, РФ)  
**А.В. Оплачко**, АО «Газпром промгаз» (Москва, РФ), pr@promgaz.gazprom.ru

**Проблема повышения энергоэффективности и надежности функционирования энергетической инфраструктуры объектов Группы Газпром носит комплексный характер и связана с необходимостью решения значительного числа задач на всех этапах жизненного цикла объектов, в том числе задач внедрения инновационных технологий.**

**Для определения подходов и предложений по развитию работ в рамках обозначенного вопроса в статье рассмотрены результаты разработок последних лет, выполненных коллективом АО «Газпром промгаз» в области развития инженерной энергетической инфраструктуры объектов, городов и населенных пунктов, включающих в большом объеме объекты Группы Газпром. В основе как расчетных модулей, так и электронной модели, – собственные или отечественные разработки с использованием топографической основы, материалов энергоснабжающих организаций, а также данных, находящихся в открытом доступе.**

**В результате применения рассматриваемого комплексного подхода удается достичь синергетического эффекта и существенно сократить затраты на развитие систем энергоснабжения с одновременным повышением их энергетической эффективности и надежности.**

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ, ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ИНФРАСТРУКТУРА ОБЪЕКТОВ, ЭЛЕКТРОННАЯ МОДЕЛЬ, СХЕМА ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ, ОПТИМИЗАЦИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ, ГИС-ТЕХНОЛОГИИ.

Мировое экономическое развитие характеризуется [1] «продвижением к неоиндустриализации, которая связана с принципиально новыми технологиями (NBIC – конвергенция нано-, био-, информационных и когнитивных технологий) и с решением новых задач обеспечения высокого качества жизни в гармонии с природной средой. Поэтому неоиндустриальное развитие включает новые технологии получения, преобразования и использования энергии, технические решения для создания энергетических и информационных систем нового поколения, новой среды обитания. Решение этих задач связано с требованиями энергоэффективности, минимизации количества отходов и безотходного производства. В неоиндустриальном развитии мировой

экономики энергетика будет, по всей видимости, играть центральную роль».

Проблема повышения энергоэффективности и надежности функционирования энергетической инфраструктуры объектов Группы Газпром носит комплексный характер и связана с необходимостью решения значительного числа задач на всех этапах жизненного цикла объектов, в том числе задач внедрения инновационных технологий.

В Перечне приоритетных научно-технических проблем ПАО «Газпром» на 2011–2020 годы, утвержденном Председателем Правления ПАО «Газпром» А.Б. Миллером (от 4 октября 2011 г. № 01-114), определено развитие систем обеспечения эффективно использования ТЭР как самим Обществом, так и потребителями

энергетических ресурсов. Такая постановка задач становится особо актуальной в связи с появлением новых государственных распорядительных документов. Наряду с требованиями энергоэффективности и импортозамещения Постановлением Правительства РФ от 25 декабря 2015 г. № 1442 [2] количественно установлены требования по внедрению инновационного оборудования и технологий. Кроме того, Планом мероприятий по повышению энергетической эффективности зданий, утвержденным Распоряжением Правительства РФ от 1 сентября 2016 г. № 1853-р [3] устанавливаются контрольные показатели существенного снижения энергопотребления в зданиях и сооружениях. Контроль за реализацией работ в рассматриваемых направлениях,

**Spektor Yu.I.**, Doctor of Engineering Science, Gazprom Promgaz, JSC (Moscow, RF)

**Averyanov V.K.**, Doctor of Engineering Science, Gazprom Promgaz, JSC (Moscow, RF)

**Oplachko A.V.**, Gazprom Promgaz, JSC (Moscow, RF), pr@promgaz.gazprom.ru

### Innovative solutions to the development of energy infrastructure of Gazprom Group's facilities

The problem of increasing the energy efficiency and operational reliability of energy infrastructure of Gazprom Group's facilities is of comprehensive nature and relates to the necessity to solve a significant number of tasks at all stages of the life cycle of facilities, including innovative technology implementation.

To establish approaches and proposals to develop works as part of the specified problem, the article studies the results of developments of the last years performed by the "Gazprom Promgaz", JSC's team in the field of the development of engineering energy infrastructure of facilities, cities and populated localities which include Gazprom Group's facilities in greater volume.

Both calculation modules and the electronic analogue are based upon our own or national developments with the use of topographic base, materials of energy support organization, as well as upon open access data.

As a result of using the said comprehensive approach we manage to reach a synergetic effect and significantly decrease expenses on the development of energy supply systems, simultaneously increasing their energy efficiency and reliability.

**KEY WORDS:** ENERGY EFFICIENCY, ENERGY INFRASTRUCTURE OF FACILITIES, ELECTRONIC ANALOGUE, HEAT SUPPLY CHART, ENERGY SYSTEM OPTIMIZATION, GIS TECHNOLOGIES.



помимо ведомственных, в стране планируется осуществлять с помощью государственных информационно-аналитических систем – ГИС ТЭК, ГИС ЖКХ, ГИС «Энергоэффективность».

Для этого при разработке схем энерго-, теплоснабжения и других систем на нижнем уровне осуществляется прогнозирование их развития, формируются элек-

тронные модели систем и единые базы данных, совмещение которых планируется осуществлять с верхним уровнем.

Для определения подходов и предложений по развитию работ в рассматриваемом направлении для организаций Группы Газпром видится целесообразным на первом этапе рассмотреть результаты работы, выполненной кол-

лективом АО «Газпром промгаз» в последние годы в области развития инженерной энергетической инфраструктуры объектов, городов и населенных пунктов, включающих в большом объеме объекты Группы Газпром.

Опыт разработки различных энергетических программ, схем теплоснабжения городов и соответствующих электронных моде-

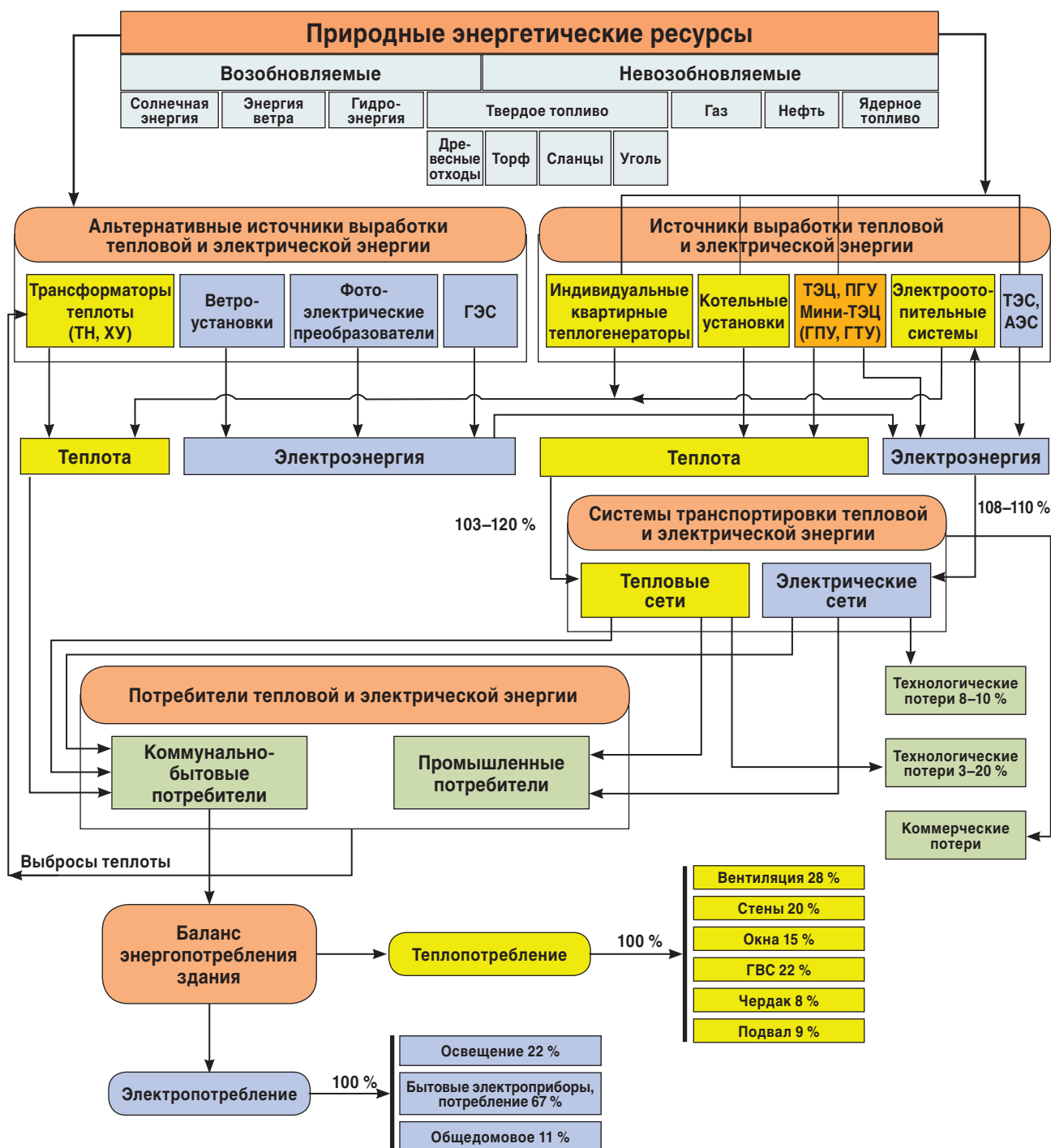


Рис. 1. Схема взаимосвязей в ТЭК

лей с встраиванием их в структуру создаваемых информационных систем более высокого уровня может быть широко использован в ПАО «Газпром». Разработки АО «Газпром промгаз» характеризуются инновационным комплексным подходом, реализацией большого числа энергоэффективных технологий.

В соответствии с отмеченными тенденциями в АО «Газпром промгаз» разработаны подходы к расчету многообразных элементов комплекса «потребитель – сеть – источник». Универсальная структурная схема ТЭК (рис. 1) в зависимости от реального состава оборудования трансформируется применительно к кон-

кретному объекту с проведением многовариантных расчетов и оптимизации с учетом требований надежности и технико-экономических ограничений.

В основе разработок – как расчетных модулей, так и электронной модели – лежат либо собственные, либо отечественные исследования с использова-

<p><b>Модели оптимизации работы источников и сетей:</b> эффективного радиуса действия источника, совместной работы ТЭЦ и котельной, тепловых насосов, ветроагрегатов, геосистем; расчет графиков регулирования и надежности систем теплоснабжения.</p>	<p><b>Модели оптимизации работы потребителей:</b> расчет теплотребления с учетом характеристик здания, различных энергосберегающих мероприятий, схемных решений инженерной инфраструктуры, автоматизации и др.</p>
<p style="text-align: center;"><b>Экономико-математические модели</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Обоснование выбора целесообразных (оптимальных) по критерию «стоимость – эффективность» проектных и системных решений.</li> <li>• Формирование финансового плана проекта (программы). Оценка (прогноз) достаточности собственных средств организаций для финансирования мероприятий и возврата заемных средств.</li> <li>• Оценка привлекательности проекта для частного инвестора. Анализ рисков и обоснование мер по их компенсации.</li> <li>• Оценка доступности тарифов для потребителей и обоснование мер бюджетной поддержки потребителей или инвесторов.</li> </ul>	

Рис. 2. Разработанные модели расчета систем теплоснабжения и их элементов

нием топографической основы, материалов энергоснабжающих организаций, а также данных, находящихся в открытом доступе.

На рис. 2 представлен перечень основных собственных разработок АО «Газпром промгаз», моделей расчета и оптимизации систем энергетического комплекса как в целом, так и отдельных подсистем. Особенностью здесь является комплексность: «потребитель – сети – источники энергии – экономика». В настоящее время в работе находятся подсистемы интеллектуального управления спросом, теплогидравлическими режимами и энергогенерацией в гибридных установках.

Эффективность рассматриваемых подходов можно продемонстрировать на примере Санкт-Петербурга.

Разработка схемы теплоснабжения и ее ежегодная актуализация по новым нормативным документам для Санкт-Петербурга выполнялись в 2014–2016 гг.

На этих этапах была сформирована консолидированная база данных по перспективным объектам капитального строительства с трансляцией ее в схему водоснабжения, водоотведения и Программу комплексного развития систем коммунальной инфраструктуры Санкт-Петербурга (ПКР). Одновременно была оптимизирована структура когене-

рационных мощностей с учетом решений комиссии по конкурентному отбору мощности (КОМ), создана и расширена электронная модель системы теплоснабжения до модели 2-го уровня (учитывающей каждый дом Санкт-Петербурга).

Прирост строительных фондов Санкт-Петербурга за рассматриваемый период (рис. 3) составит 131,1 млн м<sup>2</sup> (60 %). Соответствующий прирост потребности в тепловой мощности – 5746 Гкал/ч. При оптимизации и реализации энергосберегающих технологий прироста тепловой нагрузки практически не будет. Комплексная оптимизация позволила при существенном росте увеличения

строительных объемов незначительно увеличить инвестиции на строительство новых мощностей и сократить инвестиционную составляющую на несколько миллиардов, оставив рост тарифов в зоне допустимого инфляционного роста. Итогом работы по совершенствованию системы теплоснабжения Санкт-Петербурга является ликвидация (рис. 4) неэффективности как на источниках, так и в тепловых сетях и тепловых вводах. Итогом работы служит более рациональное использование газа на нужды теплоснабжения.

В результате рассматриваемого комплексного подхода удается достичь синергетического эффекта и существенно сократить затраты

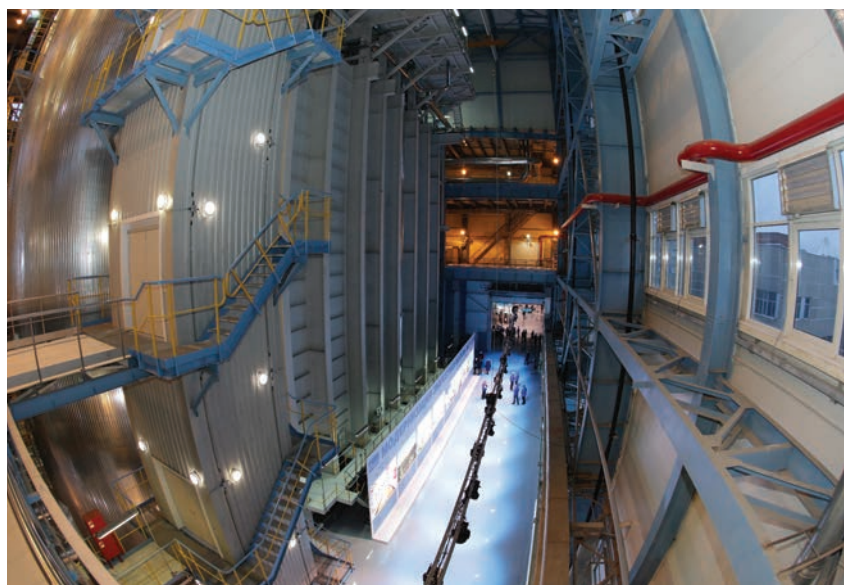




Рис. 3. Тепловая нагрузка с учетом реализации энергоэффективных технологий

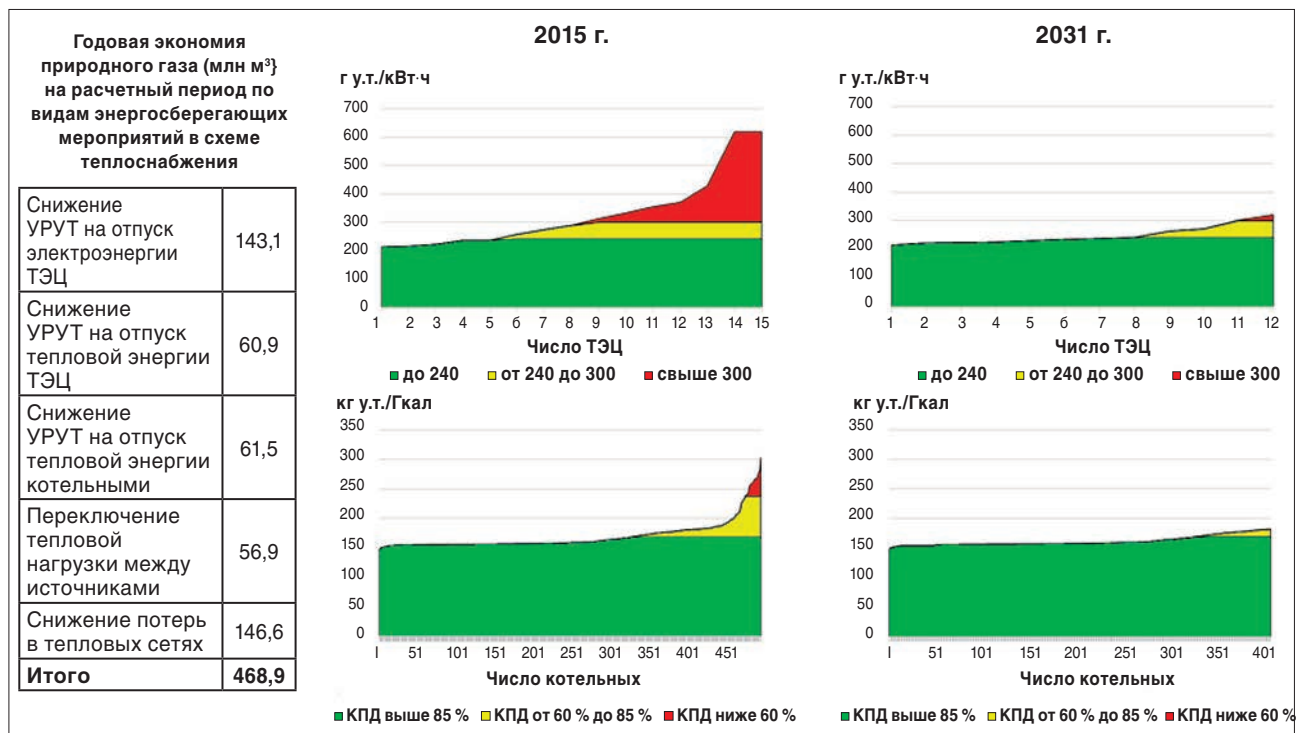


Рис. 4. Повышение эффективности топливоиспользования на энергоисточниках



Рис. 5. Этапы разработки электронной модели (ЭМ) Системы теплоснабжения Санкт-Петербурга

на развитие систем теплоснабжения с одновременным повышением энергетической эффективности и надежности.

Аналізу вариантного развития систем теплоснабжения города способствовали разработанные расчетно-аналитические модели и электронная модель на основе ГИС-технологий. Этапы ее развития представлены на рис. 5.

Электронная модель теплоснабжения Санкт-Петербурга является одной из крупнейших в России по количеству отображаемых элементов – их более 220 тыс. В настоящий момент модель интегрирована и проходит апробацию в теплоснабжающих организациях и органах государственной власти Санкт-Петербурга (в Комитете по градостроительству и архитектуре, Комитете по информации и связи и др.). Разрабатываемая модель и база данных по ТЭК консолидируются с другими информационными системами (городскими и т. д.) и во многом являются основой для принятия решений властями города, теплоснабжающими организаци-

ями, строительными и энергетическими компаниями.

Уровень разработки АО «Газпром промгаз» первых схем теплоснабжения городов России определил востребованность подобного рода работ. На рис. 6 представлен далеко не полный перечень выполненных в последние годы заказов по рассматриваемому направлению. Следует отметить, что в процессе разработки Системы теплоснабжения Санкт-Петербурга нам было поручено формирование Программы комплексного развития инженерной инфраструктуры Санкт-Петербурга (тепло-, газо-, водо-, электроснабжения и водоотведения). И эта работа была выполнена.

Весьма ответственными, с учетом специфики и особенностей, являются аналогичные работы, выполняемые по заказу ПАО «Газпром» в ряде других стран.

Оптимизационные расчеты, выполненные в инициативном порядке для энергоустановок и гидравлических систем некоторых объектов ПАО «Газпром»,

показали эффективность и целесообразность использования изложенных выше подходов.

В настоящее время АО «Газпром промгаз» планирует принять участие в кооперации с ведущими предприятиями страны в комплексном проекте создания отечественных автоматизированных систем и программного обеспечения, интегрированных в единые платформы систем интеллектуального управления (СИУ) для обеспечения повышения





Рис. 6. Развитие работ АО «Газпром промгаз» на основе разработанных подходов и моделей

эффективности функционирования автономных энергетических комплексов, в том числе с возобновляемыми и инновационными источниками энергии.

Как известно, зарубежные страны ввели и продолжают вводить ограничения на поставки в Россию так называемого стратегического оборудования, к которому в последнее время стали относить перспективные средства разработки СИУ объектов энергетики и отдельные их компоненты.

В разрабатываемом продукте основной акцент планируется сделать на использование в основном отечественных наработок в области создания программно-аппа-

ратных средств СИУ автономных энергетических комплексов и элементной базы для них, что обеспечит независимость конечного продукта от импортных поставок.

#### ВЫВОДЫ

1. В целях активного внедрения современных технологий и оборудования на объектах ПАО «Газпром» возникает необходимость подготовки, в том числе с участием АО «Газпром промгаз», методических материалов по инновационным энергетическим технологиям и результатам первого опыта их использования на объектах ПАО «Газпром» в следующем составе:

- концепция развития энергетики технологических объектов ПАО «Газпром»;

- создание пилотного объекта по отработке системы управления развитием инженерной инфраструктуры на этапах жизненного цикла с применением современных информационных технологий.

2. Интегрированные электронные модели становятся неотъемлемыми инструментами эффективного управления на всех этапах жизненного цикла систем инженерной инфраструктуры (НИОКР – инжиниринг – проектирование – эксплуатация – вывод из эксплуатации). ■

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Бушуев В.В., Громов А.И., Белогорьев А.М., Мастепанов А.М. Энергетика России: постстратегический взгляд на 50 лет вперед. – М.: ИАЦ «Энергия», 2016. – 96 с.
2. Постановление Правительства РФ от 25 декабря 2015 г. № 1442 «О закупках инновационной продукции, высокотехнологичной продукции отдельными видами юридических лиц и внесении изменений в отдельные акты Правительства Российской Федерации».
3. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 1 сентября 2016 г. № 1853-р «Об утверждении Плана мероприятий («Дорожной карты») по повышению энергетической эффективности зданий, строений и сооружений».

#### REFERENCES

1. Bushuev V.V., Gromov A.I., Belogoryev A.M., Mastepanov A.M. Power Industry of Russia: Post-Strategic Perspective Point of View for Next 50 Years. – M.: Information and Analytical Center Energiya, 2016. – 96 p.
2. Decree of the Russian Federation Government as of December 25, 2015 No. 1442 On Procurement of Innovative Products, High-Technology Products by Separate Legal Entities and on Making Amendments to Certain Acts of the Russian Federation Government.
3. Decree of the Russian Federation Government as of September 1, 2016 No. 1853-p On Approving the Plan of Actions (Road Map) to Increase the Energy Efficiency of Buildings, Constructions and Structures.