

## ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ НА КРУПНЫХ ЭНЕРГОЕМКИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

Д.Г. ЗАКИРОВ<sup>1</sup>, д.т.н., профессор

А.А. РЮМКИН<sup>2</sup>

М.А. МУХАМЕДШИН<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Ассоциация энергетиков Западного Урала, 614007, г. Пермь, ул. Сибирская, 78А

<sup>2</sup>ПАО «Уралкалий», 618426, г. Березники, ул. Пятилетки, 63

<sup>3</sup>ООО «Пермский краевой центр энергоэффективности, энергосбережения и экологии», 614090, г. Пермь, ул. Тбилисская, 1

**Аннотация.** В статье представлен анализ существующих проблем энергоэффективности на крупных предприятиях региона, разработанные Ассоциацией энергетиков Западного Урала научные основы создания энергоэффективной экономики края, комплексная инновационная система управления энергоэффективностью и экологизации производства, программа внедрения собственных источников энергии. Освящены результаты работы предприятий, входящих в состав Ассоциации, пути решения проблем повышения энергоэффективности и снижения энергоемкости производства.

**Ключевые слова:** энергоэффективность, энергоемкость производства, энергосбережение, собственные источники энергии, энергоресурсы, энергоэффективная экономика, комплексная инновационная система.

Энергоемкость Российской экономики в 2-2,5 раза выше, чем в передовых странах мира. Президентом России в свое время была поставлена задача к 2020 году снизить энергоемкость ВВП не менее, чем на 40% от уровня 2007 года [1]. К сожалению, за это время энергоемкость России снизилась лишь на 13%.

Федеральный закон № 261 ФЗ «Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности.....» предписывает ряд мер энергопотребителям, энергопроизводителям, бюджетной сфере и ЖКХ для повышения энергетической эффективности [2].

Цены на энергоресурсы постоянно растут. За последние пять лет, цены на получаемую электроэнергию от сетей МРСК «Урала» предприятиями, входящими в состав Ассоциации энергетиков Западного Урала, в Пермском крае выросли в 1,5-1,6 раза, за первое полугодие текущего года на 15%. Доля энергоносителей в себестоимости выпускаемой продукции значительна, на крупных энергоемких предприятиях доходит до 40-50%. Высокие энергетические затраты снижают конкурентоспособность и инвестиционную привлекательность экономики, способствуют постоянному росту цен на все виды товарной продукции.

К сожалению, отечественная энергетика не улучшает своих технико-экономических показателей. Стоимость 1 Квт установленной мощности электростанции России, почти в два раза выше, чем в США, Европе и Китае. Удельный расход топлива на ТЭС за 20 лет вырос на 6%. Доля энергетической составляющей на передачу энергии в структуре цены на электроэнергию к настоящему времени достигла 60%. Это в три раза выше, чем в 1990 году и в два раза выше, чем в промышленно-развитых странах [3].

В процессе реформирования энергетики была разработана законодательно-нормативная база оформления правил работы отрасли в рыночных условиях, в процессе электроэнергетика как системная отрасль промышленности потеряла свою организационно-правовую целостность и в организационном плане превратилась в огромную политическую хозяйственную структуру и очень слабой ролью Минэнерго России, в функциях которого все ощутимее сказывается лоббирующее влияние энергетических компаний в ущерб экономическим интересам потребителей реального сектора [3].

Для выживания крупных энергоемких потребителей и повышения конкурентоспособности их продукции требуются конкретные

меры повышения энергетической эффективности, снижения энергоемкости производства. Снижение энергоемкости производства является весьма актуальной проблемой. Для повышения конкурентоспособности выпускаемой продукции и выживания крупных энергоемких предприятий требуются активная работа по повышению энергоэффективности производства и самих потребителей энергии.

Горный институт УрО РАН активно сотрудничает с Ассоциацией энергетиков Западного Урала. Ассоциация энергетиков Западного Урала (АЭЗУ), с момента ее создания - 23 года объединяет крупных потребителей энергии и проводит эффективную работу по повышению конкурентоспособности выпускаемой продукции и снижению энергоемкости производства. В свое время в составе Ассоциации было более 150 предприятий и

организаций, все крупные промышленные предприятия Западного Урала, в том числе 5 гигантов, потребляющих 26,5% электроэнергии от общего баланса Пермского края.

Горный институт УрО РАН совместно с АЭЗУ уделяет особое значение проблеме, повышения энергоэффективности производства снижения энергоёмкости, были разработаны научные основы создания энергоэффективной экономики края, комплексная инновационная система управления энергоэффективностью и экологизации производства, программа внедрения собственных источников энергии.

Структурный алгоритм действия системы управления энергосбережением, снижением энергоемкости выпускаемой продукции и экологизацией производства в Пермском крае представлен на рисунке 1.

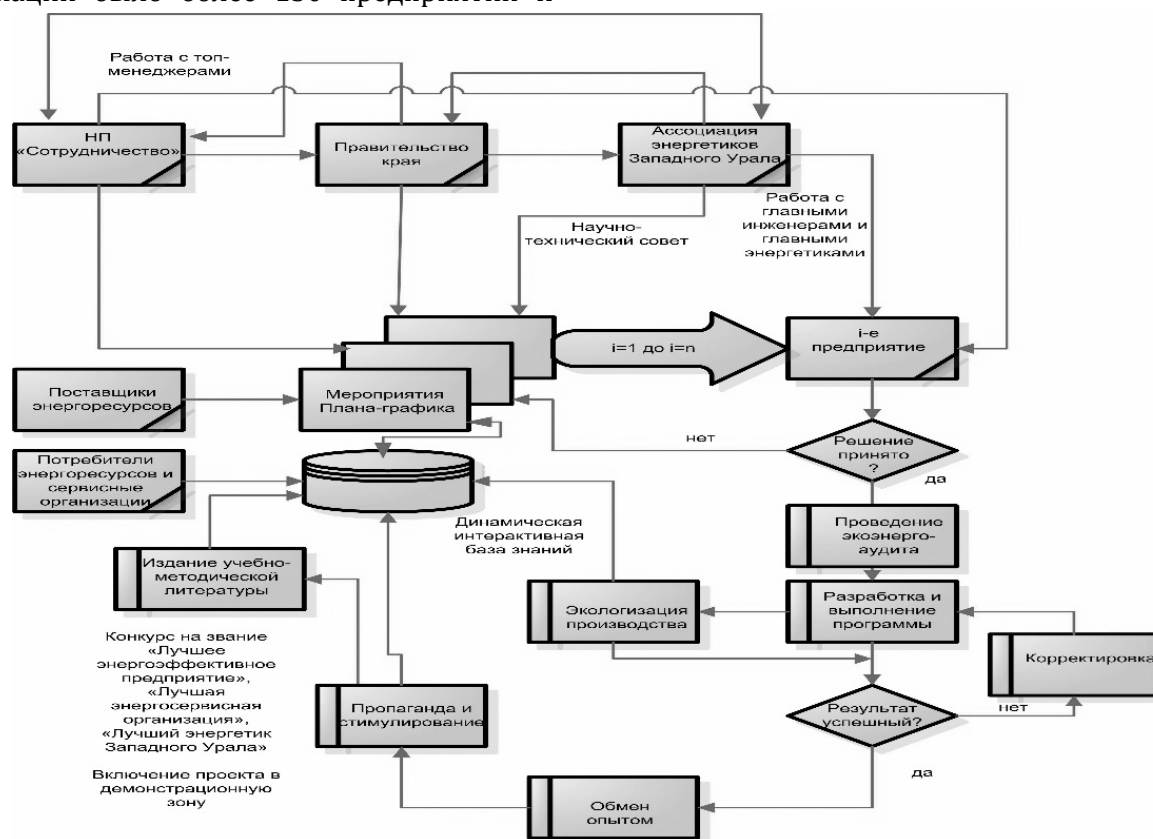


Рис.1. Структурный алгоритм действия системы управления энергосбережением, снижением энергоемкости выпускаемой продукции и экологизацией производства в Пермском крае

Совместно с Правительством края и рядом организаций проводилась большая организационно-массовая, научно-техническая,

информационная работа. Ежегодно проводились Международные, российские научно-технические конференции по

энергосбережению, 18 лет выпускался ежеквартальный журнал «Энергосбережение, проблемы энергетики Западного Урала», удостоенный премии Международной выставки и внесенный в «Золотой фонд прессы».

Была проведена большая научно-техническая и издательская работа. В 2000 году написано и издано учебное пособие «Энергосбережение», в 2002 году научное издание «Пермская область на пути к энергоэффективной экономике, в 2007 году «Управление энергоэффективностью в регионе», в 2012 году книга «Энергетика. Энергоэффективность. Известные энергетики».

Издавались тезисы докладов Международных и межрегиональных научно-практических конференций.

Ассоциаций энергетиков Западного Урала и НП «Сотрудничество» более 20 лет проводился мониторинг проводимой работы, большая организационная, информационная деятельность. На всех предприятиях входящих в состав Ассоциации энергетиков Западного Урала и НП «Сотрудничество» неоднократно были проведены энергетические аудиты, разработаны Программы энергосбережения, внедрены автоматизированные системы учета потребления энергоресурсов, новые энергосберегающие технологии и оборудование, строились автономные источники энергии, активно проводится цифровизация энергетики.

Организуется и проводится ежегодный конкурс на «Лучшее энергоэффективное предприятие Западного Урала», «Лучшую энергосервисную компанию», «Лучший энергетик Западного Урала».

Разработаны меры морального поощрения бережливых людей награждением медалью Ассоциации энергетиков Западного Урала «За вклад в повышение энергоэффективности в регионе».

Научные основы создания энергоэффективной экономики Пермского края, комплексная инновационная система управления энергоэффективностью и экологизации

производства активно внедряется на промышленных предприятиях и дает хорошие результаты.

Члены Ассоциации энергетиков Западного Урала, крупные потребители энергии, добились больших успехов в снижении энергоемкости производства, такие как, ООО «ЛУКОЙЛ-Пермнефтеоргсинтез», ПАО «Уралкалий», ООО «Камкабель», ПАО «Метафракс», «Ависма» филиал ПАО «Корпорация ВСМПО - АВИСМА», АО «Редуктор-ПМ», АО ОДК «Авиадвигатель», ОАО «Соликамскбумпром», ООО «ЛУКОЙЛ-Пермь».

Для обеспечения энергоэффективности ПАО «Уралкалий» работает по трем направлениям: уменьшение объема потребления энергоресурсов, снижение стоимости закупаемых энергоресурсов и повышение выработки электроэнергии за счет собственной генерации.

ОАО «Сильвинит», вошедший в структуру ПАО «Уралкалия» внедрением системы добилось снижение доли энергетической составляющей в производственной себестоимости с 14,3% в 1988 году до 8,1% в 2006, притом, что объемы энергопотребления за тот же период увеличились на 200 тыс. кВт\*час за счет роста производства. Компания «Уралкалий» четырежды в 2013, 2014 и 2015, 2019 гг. становилась «Лучшим энергоэффективным предприятием Западного Урала».

«Ависма» филиал ПАО «Корпорация ВСМПО - АВИСМА» успешно внедрило разработанные проекты энергетических аудитов при значительном росте товарной продукции, за счет реализации мероприятий по энергоэффективности, снижена доля затрат на производство продукции с 33,3 до 25,8%. Здесь добились абсолютного снижения потребления электрической и тепловой энергии, природного газа, сжатого воздуха, воды.

АК ЛМЗ при росте объемов производства снизила долю энергетических затрат с 7,1 до 6,9% при абсолютном снижении потребления природного газа, сжатого воздуха, технической воды, кислорода.

ООО «ЛЛК - Интернешл», благодаря внедрению системы в 2015 году по сравнению с 2014 годом снизило электропотребление на 17%, потребление пара на 17%, воды на 35%. В 2016 году сокращен объем затрат на оплату энергоресурсов на 13% по сравнению с 2015 годом.

Целенаправленная работа по экономии ТЭР ведется на ОАО «Соликамскбумпром», которые производят 50% электрической и 100% тепловой энергии собственными силами. Отходы древесные, с очистных сооружений утилизируются на установке американской фирмы Wellons для получения пара. Кроме того, при производстве термомеханической массы в зоне рафинирования образуется значительное количество парогазовой смеси, которая направляется на рекуперацию пара. С каждого затраченного на размолщепы мегаватт-час электроэнергии образуется до 0,7 т технологического пара, направляемого на бумагоделательные машины. В 2016 году количество пара, полученного на теплорекуперационных установках ТММ, увеличилось на 42% по сравнению с 2015 годом, а количество пара за счет утилизации древесных отходов на энергетической установке Wellons увеличилось примерно на 13%. Проведение технического обновления производства и оптимизация технологического процесса позволили добиться снижения потребления тепловой энергии. Удельный расход пара на производство бумаги в 2015-2016 годах снизился по сравнению с 2014 годом с 2,74 Гкал/т до 2,65 Гкал/т.

Крупные успехи достигнуты АО «Пермский завод «Машиностроитель» в модернизации энергетического хозяйства завода и экономии топливно-энергетических ресурсов. Большое внимание на заводе уделяется энергоэффективности. В период с 2000-2016 гг. произошло существенное снижение потребления энергоресурсов. На основной промплощадке потребление тепловой энергии и сжатого воздуха снизилось в 1,4 раза, питьевой воды - в 2,4 раза, технической воды - в 2,7 раза, стоки в городской коллектор - в

3,3 раза, на СКБ тепловой энергии - в 1,9 раза, питьевой воды в - 1,5 раза.

Внедрены две газопоршневые электростанции мощностью по 1200 кВт для обеспечения потребности завода в электроэнергии, что позволило на 30% обеспечить потребность завода в электроэнергии. Заменены 8 трансформаторов, построены два новых трансформаторных подстанции 6/0,4 кВ. Переведены на водогрейный режим два котла ДКВР-10-13. Выполнена автоматизация двух водогрейных котлов КВГМ-50, котлов ДЕ-25-14ГМ, ДКВР-10-13. Выполнены работы по внедрению газового отопления корпуса «А» с применением теплогенераторов. На компрессорной станции поршневые компрессоры заменены на 4 винтовые компрессора Atlos-Cорсо. Внедрены два блока осушки воздуха низкого давления КХВ-800 с воздушным охлаждением.

ОАО «Энергетик-ПМ» добилось больших успехов в снижении потребления энергоресурсов; электроэнергии; технической, питьевой воды.

В АО «Минеральные удобрения» ведется планомерная работа по модернизации оборудования, инвестиции и капитальные вложения составили 4 млрд рублей. Внедрение совершенных технологий позволяет снижать потребление природных ресурсов и сокращать влияние на окружающую среду. Снижаются удельные расходы топливно-энергетических ресурсов.

К концу 2016 года удельный объем потребления на тонну продукции составлял 1033 кубометра, что уже давно ниже расхода на четырнадцать аналогичных агрегатах, работающих в странах бывшего СССР. За первый квартал 2017 года среднее значение расходного коэффициента на Пермских минеральных удобрениях составляло 1020,4 кубометра на тонну аммиака. Это результат целенаправленной работы руководителей предприятий и энергетических служб [7].

Ассоциацией совместно с руководителями промышленных предприятий проводится активная работа по внедрению новых

энергосберегающих технологий, нового оборудования, автономных источников энергии, организаторская работа.

Особо эффективное мероприятие – создание и внедрению собственных источников энергии, которые вырабатывают электрическую и тепловую энергию стоимостью в разы дешевле, чем покупная энергия, поскольку сетевая составляющая в структуре цены на электроэнергию растет, более быстрыми темпами, в настоящее время достигла до 60%. Это в три раза выше, чем в 1990 году и в два раза выше, чем в промышленно развитых странах [3].

АЭЗУ разработана Программа по внедрению на предприятиях автономных источников энергии, которая активно реализуется. Многие предприятия внедряют собственные источники энергии для выработки тепловой и электрической энергии добиваются хороших экономических показателей.

Чтобы обеспечить независимое энергоснабжение, ОАО «Соликамскбумпром» выкупило у ОАО «Пермэнерго» Соликамскую ТЭЦ, которая в свое время была построена специально для обеспечения теплом и электроэнергией бумажного комбината, и провела реконструкцию. Половину необходимой электрической энергии и 100 процентов тепловой энергии ОАО «Соликамскбумпром» получает от дочернего предприятия Соликамской ТЭЦ. В дальнейшем руководством ОАО «Соликамскбумпром» поставлена цель – обеспечить все производство электроэнергии собственными силами.

ПАО «Уралкалий» внедрило 2 ГТУ-4П на СКРУ-1 ГТУ-ТЭС «Урал-6000» на базе двух энергоагрегатов, с двумя паровыми котлами-утилизаторами, дожимной стационарной блочно-контейнерной станцией и АСУ ТП производства ОДК «Авиадвигатель».

На БПКРУ-4 ПАО «Уралкалий» внедрено в эксплуатацию 4 ГТУ по 12 МВт фирмы «SIMENS».

ООО «ЛУКОЙЛ-Пермнефтеоргсинтез» построило и ввело в эксплуатацию автономный источник на 200 МВт, газотурбинные

установки производства АО «ОДК-Пермские моторы», разработки АО «ОДК-Авиадвигатель», работающие от попутного нефтяного газа, сжигавшегося ранее на факелах. Себестоимость выработки энергии теперь в три раза дешевле, чем от получаемой ранее ТЭЦ-9 ПАО «Т-Плюс». Проект, выполненный специалистами Пермского края, решил как энергетическую, так и экологическую проблему.

Установили газотурбинные установки ОАО «Пермские моторы», ЗАО «Сибур-Химпром». Активно внедряет газопоршневые электростанции Пермский завод «Машиностроитель».

Стоимость 1 кВт\*ч электроэнергии автономных источников промышленных предприятий ОАО «Соликамскбумпром» и ПАО «Уралкалий», ниже на 50-77 копеек от получаемой от ФСК, на 1 рубль дешевле, чем от сетей МРСК «Урала». Стоимость 1 кВт\*ч электроэнергии электростанции ООО «ЛУКОЙЛ - Пермнефтеоргсинтез» 2,5 рубля, от МРСК «Урала» - 4,5 рубля. Получаемая электроэнергия от Федеральных сетей, построенной ВСМПО «Ависма» - подстанцией «Космос» на 30% дешевле, чем через сети МРСК «Урала».

Благодаря активной совместной работы крупных промышленных энергоемких потребителей и производителей энергии, Правительства Пермского края, общественных организаций в Пермском крае, внедрению новых энергоэффективных технологий, собственных автономных источников энергии достигнуты хорошие результаты, значительно снижается энергоемкость производства, что отмечено и подтверждается в государственном докладе «О состоянии энергосбережения и повышения энергетической эффективности» в 2016 году, (отмечено на стр. 114, что наиболее значительное сокращение энергоемкости ВРП в текущих ценах составило в Пермском крае) [9].

Темпы снижения энергоемкости ВРП к т. у. т./10 тыс. рублей в Пермском крае самые высокие по сравнению с другими регионами РФ. Данные о снижении энергоемкости ВРП представлены в таблице 1.

Таблица 1

Темпы снижения энергоемкости ВРП по регионам страны

Наименование	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	Снижение за 4 года	% снижения
Нижегородская область	247	234	203	179	68	27,53
Пензенская область	177	153	153	138	29	16,3
Республика Башкортостан	232	227	214	199	33	14,2
Республика Марий Эл	211	197	159	131	80	37,9
Республика Мордовия	264	234	228	174	90	34,09
Республика Татарстан	184	153	144	124	60	32,6
<b>Пермский край</b>	<b>328</b>	<b>308</b>	<b>217</b>	<b>191</b>	<b>137</b>	<b>41,76</b>
Самарская область	278	249	255	203	75	26,97
Саратовская область	244	215	194	168	76	31,15
Удмуртская республика	168	187	166	141	27	16,07
Ульяновская область	210	191	176	161	49	23,3
Чувашская республика	194	180	173	157	37	19,07
Свердловская область	263	238	212	195	68	25,85
Челябинская область	460	423	376	312	148	32,17

Пермский край досрочно выполнил задание Президента РФ по снижению энергоемкости производства на 40%, к 2020 году, заняв в стране лидирующее положение. По данным показателям 2015 года снизилась энергоемкость ВРП более, чем на 50% по сравнению с 2007 годом. В 2007 году энергоемкость ВРП Пермского края составляла 390 кг у.т./10 тыс. рублей. При активной, целенаправленной работе, внедрении передовых технологий и разработок можно значительно снизить энергоемкость производства.

По результатам проведенных многолетних исследований и выполненной работы издана книга «Многолетний опыт повышения энергоэффективности на предприятиях Западного Урала. Известные энергетики промышленных предприятий» [10].

Работа по снижению энергоемкости производства, снижение затрат на оплату энергоресурсов, внедрение автономных источников энергии и повышение конкурентоспособности выпускаемой продукции не останавливается. Победителями конкурса по итогам работы за 2019 году признаны «Лучшим энергоэффективным предприятием Западного Урала-2019»:

1. ПАО «Уралкалий» - генеральный директор Осипов Дмитрий Васильевич.

2. АО «ОДК - Авиадвигатель» - генеральный директор Иноземцев Александр Александрович.

3. «АВИСМА» филиал ПАО «Корпорации ВСМПО-АВИСМА» - исполнительный директор АВИСМА Трифонов Дмитрий Валериевич.

«Лучшим энергетиком Западного Урала - 2019» признаны:

1. Рюмкин Алексей Алексеевич.

2. Кощеев Алексей Николаевич.

3. Мехоношин Артем Александрович.

В 2020 году конкурсы на «Лучшее энергоэффективное предприятие Западного Урала», «Лучший энергетик Западного Урала» продолжаются.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Указ президента «О некоторых мерах по повышению энергетической и экологической эффективности российской экономики» № 889 от 4 июня 2008 года

2. Федеральный закон РФ от 23 ноября 2009 года № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности, и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации»

3. Воротницкий В.Э. Современная электроэнергия должна быть ориентирована на потребителя//Журнал «Энергоэксперт», 2017, № 1(60) с. 34-39

4. Закиров Д.Г. Пермская область: на пути к энергоэффективной экономике // Издательство «Книга», Пермь, 2002, 330 с.

5. Закиров Д.Г. Проблемы эффективного использования энергоресурсов в Пермском крае // Энергетика региона, №6 (95), 2006, с. 26-30

6. Закиров Д.Г. Повышение эффективности использования энергоресурсов, создание собственных источников энергии - одно из основных направлений повышения конкурентоспособности выпускаемой продукции в современных условиях // Материалы конференции «Энергетика, материальные и природные ресурсы. Эффективное использование. Собственные источники энергии», Пермь, 31 мая-3 июня 2005, с.14-19

7. Закиров Д.Г. Управление энергоэффективностью в регионе // Пермь, изд-во «Астер», 2007, 384 с.

8. Закиров Д.Г. Энергетика. Энергоэффективность. Известные энергетика // Пермь, ОАО «ИПК «Звезда», 2012, 544 с.

9. Министерство энергетики РФ. Государственный доклад «О состоянии энергосбережения и повышения энергетической эффективности в 2016 году». М. 2017

10. Закиров Д.Г. Многолетний опыт повышения энергоэффективности на предприятиях Западного Урала. Известные энергетика промышленных предприятий // Пермь, 2017, 463 с.

## PROBLEMS OF ENERGY EFFICIENCY IN LARGE ENERGY-INTENSIVE ENTERPRISES AND WAYS TO SOLVE THEM

D.G. ZAKIROV<sup>1</sup>, D.Sc. (tech.)

A.A. RUMKIN<sup>2</sup>

M.A. MUKHAMEDSHIN<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Association of power engineers of the Western Urals, Perm, 78A, Sibirskaya str., Perm, 614007, Russia

<sup>2</sup>PJSC «Uralkali», 63, Pyatiletki str., Berezniki, 618426, Russia

<sup>3</sup>Perm regional center for energy efficiency, energy conservation and ecology, 1, Tbilisskaya str., Perm, 614090, Russia

**Abstract.** The article presents an analysis of the existing problems of energy efficiency at large enterprises in the region, the scientific foundations for creating an energy efficient economy of the region developed by the Association of Power Engineers of the Western Urals, an integrated innovative system for managing energy efficiency and greening production, a program for introducing its own energy sources. The results of the work of the enterprises that are members of the Association, the ways of solving the problems of increasing energy efficiency and reducing the energy intensity of production are discussed.

**Key words:** energy efficiency, energy intensity of production, energy saving, own energy sources, energy resources, energy-efficient economy, integrated innovation system.

### REFERENCES

1. Ukaz prezidenta «O nekotorykh merakh po povysheniyu energeticheskoy i ekologicheskoy effektivnosti ros-siyskoy ekonomiki» № 889 ot 4 iyunya 2008 goda

2. Federal'nyy zakon RF ot 23 noyabrya 2009 goda № 261-FZ «Ob energosberezhenii i o povyshenii energeticheskoy effektivnosti, i o vnesenii izmeneniy v otdel'nyye zakonodatel'nyye akty Rossiyskoy Federatsii»

3. Vorotnitsskiy V.E. Sovremennaya elektroenergiya dolzhnaya byt' oriyentirovana na potrebitelya // Zhurnal «Energookspert», 2017, № 1(60) s. 34-39

4. Zakirov D.G. Permskaya oblast': na puti k energoeffektivnoy ekonomike // Izdatel'stvo «Kniga», Perm', 2002, 330 s.

5. Zakirov D.G. Problemy effektivnogo ispol'zovaniya energoresursov v Permskom kraye // Energetika regiona, №6 (95), 2006, s. 26-30

6. Zakirov D.G. Povysheniye effektivnosti ispol'zovaniya energoresursov, sozdaniye sobstvennykh istochnikov energii - odno iz osnovnykh napravleniy povysheniya konkurentosposobnosti vypuskayemoy produktsii v sovremen-nykh usloviyakh // Materialy konferentsii «Energetika, material'nyye i prirodnyye resursy. Effektivnoye is-pol'zovaniye. Sobstvennyye istochniki energii», Perm', 31 maya-3 iyunya 2005, s.14-19

7. Zakirov D.G. Upravleniye energoeffektivnost'yu v regione // Perm', izd-vo «Aster», 2007, 384 s.

8. Zakirov D.G. Energetika. Energoeffektivnost'. Izvestnyye energetiki // Perm', ОАО «ИПК «Звезда», 2012, 544 с.

9. Ministerstvo energetiki RF. Gosudarstvennyy doklad «O sostoyanii energosberezheniya i povysheniya ener-geticheskoy effektivnosti v 2016 godu». M. 2017

10. Zakirov D.G. Mnogoletniy opyt povysheniya energoeffektivnosti na predpriyatiyakh Zapadnogo Urala. Iz-vestnyye en-ergetiki promyshlennykh predpriyatiy // Perm', 2017, 463 с.