

Предисловие от главного редактора. Евгений Геннадьевич Гашо – д-р техн. наук, заведующий лабораторией методологии энергосбережения НИУ МЭИ, профессор кафедры Теплоэнергетических систем НИУ МЭИ. Направление его работы – системный подход к энергосбережению и повышению энергоэффективности. Занимается проблемами снижения барьеров энергосбережения в энергоемких отраслях промышленности, внедрению наилучших доступных технологий, повышению экологической безопасности предприятий, внедрению «зеленых» и водородных технологий. Разработчик комплексных программ энергосбережения Москвы и ряда регионов России, информационно-технических справочников по наилучшим доступным технологиям энергосбережения и повышения энергетической эффективности. За активное участие в работах по ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС в 1986 году удостоен государственной награды – ордена Мужества, автор книг «ЧЕРНОБЫЛЬ: треть века спустя». активный участник различных форумов и конференций по энергосбережению.

Е.Г. Гашо в период с 1990 по 2005 работал на кафедре Энергетики теплотехнологии в должности доцента, был ведущим преподавателем дисциплин «Высокотемпературные процессы и установки», «Вторичные энергоресурсы». В настоящее время он продолжает сотрудничество с кафедрой, руководит выполнением ВКР бакалавров и магистров, активно участвует в конференциях «Энергетические системы».

Евгений Геннадьевич – сторонник сбалансированного развития энергетики в виде разумного и эффективного сочетания централизации с возобновляемыми и местными источниками, решения климатических проблем не путем декарбонизации, что в принципе не выполнимо, а с активным использованием резервов энергосбережения и повышения энергетической эффективности. В представленной работе он систематизирует свои взгляды на развитие российской энергосистемы.

УДК 620.9

DOI: [10.34031/ES.2023.4.003](https://doi.org/10.34031/ES.2023.4.003)

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПЕРЕХОД И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ НА НОВОМ ЭТАПЕ РАЗВИТИЯ

Гашо Е.Г.

ФГБОУ ВО «НИУ "МЭИ"», г. Москва

Аннотация

Рассмотрена проблема повышения энергоэффективности в Российской Федерации. Энергосистема СССР была уникальна по размеру и эффективности, за счет крупных взаимосвязанных энергетических объектов, развития теплофикации она позволяла эффективно потреблять топливо, что давало экономию в год 40-60 млн тонн условного топлива и 10-15 ГВт мощностей. После периода упадка в 90-е годы прошлого века, за последние 15 лет энергопотребление страны выросло на треть, произошли структурные изменения в основных энергоемких секторах экономики РФ. Отмечено, что промышленность в Российском энергобалансе занимает около 45%, что в два раза больше теплоэнергетики (21%). Резервы энергосбережения и повышения энергоэффективности стране можно разделить на две группы. Системные резервы, состоящие в росте мощности и загрузки «безуглеродных» источников – ГЭС и АЭС, активного использования потерь и теплоты технологических процессов, оптимизации схем теплоснабжения, составляет больше двух третей потенциала повышения энергетической эффективности. Вторую группу составляют использование возобновляемых источников энергии, отходов, биотоплива. Энергетическая стратегия страны должна заключаться не в быстрой окупаемости энергосберегающих проектов, а в работе на системные, мультипликативные эффекты развития промышленности и инфраструктурных проектов, рост больших и малых городов, развитие труднодоступных территорий.

Ключевые слова: энергоэффективность, энергосистема, резервы энергосбережения, энергетическая стратегия.



ENERGY TRANSITION AND ENERGY SAVING AT A NEW STAGE OF DEVELOPMENT

Evgeny Gasho

National Research University "Moscow Power Engineering Institute", Moscow

Abstract

The problem of increasing energy efficiency in the Russian Federation is considered. The USSR energy system was unique in size and efficiency; due to large interconnected energy facilities and the development of district heating, it made it possible to efficiently consume fuel, which resulted in annual savings of 40-60 million tons of standard fuel and 10-15 GW of capacity. After a period of decline in the 90s of the last century, over the past 15 years the country's energy consumption has increased by a third, and structural changes have occurred in the main energy-intensive sectors of the Russian economy. It is noted that industry accounts for about 45% of the Russian energy balance, which is many times more than thermal power engineering (21%). The country's reserves for energy saving and energy efficiency can be divided into two groups. System reserves, consisting of an increase in the capacity and load of "carbon-free" sources - hydroelectric power stations and nuclear power plants, active use of losses and heat from technological processes, optimization of heat supply schemes, account for more than two-thirds of the potential for increasing energy efficiency. The second group consists of the use of renewable energy sources, waste, and biofuels. The country's energy strategy should not consist in the quick payback of energy-saving projects, but in working on the systemic, multiplier effects of industrial development and infrastructure projects, the growth of large and small cities, and the development of hard-to-reach areas.

Keywords: *energy efficiency, energy system, energy saving reserves, energy strategy.*

Список сокращений

АИТ	– автономные источники теплоты;	ТЭК	– топливный энергетический комплекс;
АЭС	– атомная электрическая станция;	ТЭС	– тепловая электрическая станция (выработка только электроэнергии);
ВЭР	– вторичные энергетические ресурсы;	ТЭЦ	– теплоэлектроцентраль (выработка электроэнергии и тепловой энергии);
ГЭС	– гидроэлектростанция;	УТЭЦ	– утилизационная теплоэлектроцентраль (ТЭЦ, работающая за счет теплоты отходящих газов);
ЕЭС	– единая энергосистема;	ЭПЦ	– энергопроизводственный цикл или цепочка (совокупность производственных процессов, взаимосвязанных с основным, на основе сырья и энергии данного экономического района);
КИУМ	– коэффициент использования установленной мощности;	ЭТК	– энерготехнологические комплексы (объединяющие источники и потребителей энергии).
НВИЭ	– нетрадиционные и возобновляемые источники энергии;		
ТПК	– территориально-производственный комплекс (в отличие от ЭТК ограничен определенной территорией);		
ТЭБ	– топливно-энергетический баланс;		

Проблема повышения энергоэффективности

За почти пятнадцать лет новейшей государственной политики повышения энергоэффективности, если отсчитывать её от Указа Президента Российской Федерации от 04.06.2008 г. № 889 «О некоторых мерах по повышению энергетической и экологической эффективности российской экономики» и принятия в 2009 г. Федерального Зако-



на № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации», отрасль и ее государственное регулирование прошли немалый путь. Были опробованы традиционные меры в бюджетной сфере, ЖКХ, секторе зданий; две версии пережила соответствующая государственная программа. Первая волна госполитики, хотя эта политика и признана сегодня непоследовательной, оставила после себя не только разочарование, но и целый ряд уроков.

Проблему повышения энергоэффективности не удастся решить с разбегу, заимствуя чужой опыт и применяя частные механизмы. Уточнения и глубокого изучения требует ситуация в различных секторах и отраслях экономики и социальной сферы для понимания специфики и выработки обоснованных решений. Для повышения энергоэффективности не обойтись только управляемыми государством сферами бюджетных и регулируемых организаций, необходимо искать методы взаимодействия, в первую очередь, с промышленностью.

Эти методы, очевидно, гораздо более сложны, нежели отдельные регуляторные меры как обязательный энергоаудит или запрет на использование оборудования с определенными характеристиками, и требуют умения их оптимального сочетания.

✓ Они должны учитывать сложившуюся ситуацию, то есть опираться на качественный анализ достоверных данных, позволяя ставить измеримые цели и просчитывать последствия.

✓ Они должны быть применимы для самых разных объектов, то есть предлагать гибкость и вариативность при сохранении приоритета на встраивание критерия энергоэффективности в систему управления и принятия решений.

✓ Они должны быть комплементарны, увязаны с другими направлениями госполитики, как по отраслям, так и по приоритетам: инновации, неоиндустриализация, развитие человеческого потенциала и так далее.

✓ Они должны разумно сочетать административные и стимулирующие механизмы, основываться на интересах и мотивации хозяйствующих субъектов.

Энергосистема СССР – пример сбалансированности и эффективности

Энергосистема СССР (табл. 1) была уникальна по размеру, эффективности и способности к росту страны, мобилизации, послевоенному восстановлению.

Таблица 1

Ключевые предпосылки формирования и эффективного функционирования ТЭК СССР

Комплексное использование ресурсов, энерготехнологическое комбинирование, использование вторичных энергоресурсов ВЭР в ТПК (ЭПЦ) - (экономия до 45 млн тут/год)	Возможность маневрирования мощностью электростанций до 35-40 ГВт в ЕЭС на протяжении 5-6 часовых поясов
Сооружение крупных ГЭС Волжского каскада и в Сибири (экономия топлива до 90 млн. тут/год и выбросов)	Сооружение и функционирование промышленных ТЭЦ и ТЭЦ общего пользования (экономия до 35 млн тут/год)



Она характеризовалась наличием крупных взаимосвязанных энергетических проектов и механизмов:

а) наличие крупных ГЭС и АЭС, их совместной работы в Европейской, Поволжской и Сибирской части страны;

б) наличие промышленных ТЭЦ, использующих в том числе вторичные энергетические ресурсы;

в) наличие и загрузка ТЭЦ общего пользования;

г) интеграция всех энергоисточников в единую энергосистему.

Все вместе совокупно это давало экономию в год 40-60 млн тонн условного топлива и 10-15 ГВт мощностей, что позволяло маневрировать мощностями и не строить лишнего. Все эти резервы и механизмы в настоящее время нивелированы, приватизированы и растворены, использование их напрямую крайне затруднительно. Во всей энергетике произошли важные трансформации, которые привели к тому, что энергосистемы переходят в другие неведомые им ранее режимы работы, что для энергетического оборудования является крайне нежелательным, ведущим к рискам, проблемам, неэффективной работе и аварийности.

Другим не менее масштабным отечественным примером энергоэффективности является промышленная и коммунальная теплофикация, позволяющая использовать тепловые отходы производства электроэнергии – сбрасываемую теплоту электростанций. Масштабы этой экономии таковы, что и сейчас за счет этого снижается ежегодное потребление топлив на величину не менее 25 млн тут, что равно потреблению Российской столицей.

Изменение в энергосистеме в Российской Федерации

30-летие после изменения экономической ситуации в стране можно поделить на два почти равных периода: 1991-2005-2006 г., и 2007-2021 г. [1].

Во время первого мы наблюдали процессы деградации, разукрупнения, раздробления, разобщения, во время второго мы видим обратные процессы реинтеграции, они пока разнородны, в ряде случаев набирают силу и дают соответствующие эффекты.

Основные изменения во втором периоде представлены на рис. 1.

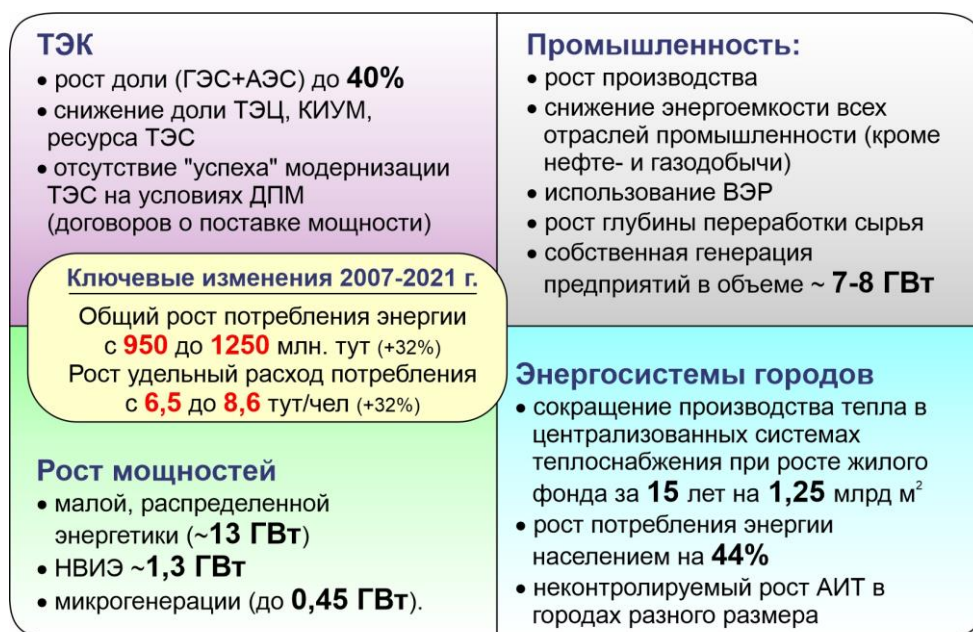


Рис. 1. Комплекс изменений в основных энергоемких секторах экономики РФ



Изменение пропорций и величины топливно-энергетического баланса России за последние 15 лет достаточно любопытно [2]: ТЭБ немного видоизменился – но не значительно. Мы по-прежнему страна с высокой долей энергоемкой промышленности, мощной системой тепло- и электроснабжения, растущей добычей и переработкой топливно-энергетических ресурсов разного вида и потенциала. В каждом из секторов энергобаланса произошли и продолжаются разноплановые и весьма важные изменения. Ключевая и не замеченная многими экспертами тенденция – значительный общий рост энергопотребления страны почти на треть (с 6,5 до почти 9 тут/чел в год) за 20 лет (рис. 1). Это в полной мере отражает становление России как энергетической сверхдержавы.

Еще раз отметим, теплоэнергетика в целом – это около 270 млн. тут в нынешнем энергобалансе (около 21% от всего ТЭБ), а промышленная энергетика (энергоемкие отрасли промышленного производства и нефтепереработка) – ровно в два раза больше.

Существующие резервы энергосбережения и повышения энергоэффективности

Резервы энергосбережения и повышения энергоэффективности в нашей стране можно разделить на две неравные группы [3]. Три крупных системных резерва повышения энергоэффективности:

- рост мощности и загрузка ГЭС + АЭС;
- активное использование ВЭР + ЭТК + УТЭЦ;
- оптимизация схем теплоснабжения.

Вместе это составляет больше двух третей суммарных резервов повышения энергетической эффективности.

И три вида резерва поменьше (но совсем не менее значимые):

- использование и энергетическая утилизация разного типа отходов;
- использование биотоплива всех видов;
- гибридные системы теплоэнергоснабжения в удаленных и труднодоступных поселениях.

При этом главный вопрос – вовсе не в быстрой окупаемости таких проектов, а скорей о работе на системные, мультипликативные эффекты развития промышленности, рост больших и малых городов, инфраструктурных проектов, развитие труднодоступных территорий. Ключевыми задачами развития страны является пространственное развитие, выравнивание различий между регионами государства по удельному потреблению энергии, которое можно выразить лозунгом «Наполнить пространство».

Для этого можно выделить пять типов поселений, которые нужно создавать с соответствующими энергетическими системами для каждого:

- транспортные узлы;
- центры переработки ресурсов;
- точки туризма и рекреации;
- объекты оборонного комплекса;
- проекты объекты реализации нетрадиционных/возобновляемых источников энергии и получения водорода.

В такой постановке задачи это и есть так называемая ESG (экология, социальная политика, корпоративное управление) + цели устойчивого развития. По-русски это симбиозы нового типа – ровно такие, каким в свое время были и план ГОЭЛРО, и энерго-производственные циклы ЭПЦ, реализованные в виде территориально-промышленных комплексов и промышленные ТЭЦ, и кто давал гигантские эффекты – что сейчас ряд стран выдает за свою новизну в так называемой модной «циклической» экономике [4].



Это все было, но необходима их реализация на новом уровне и с тем, чтобы они органично увязывались между собой.

Новая энергетическая стратегия страны

Новая энергетическая стратегия – это матрица синхронизации отраслевых стратегий и планов с территориальными и над-территориальными проектами развития с распределением этих пяти видов поселений разного размера в необъятном пространстве страны. Стратегия – это оптимальная пространственная сетка на карте с точками, предполагающими промышленные и транспортные объекты, население, согласующуюся энергетику – это и есть энергетическая стратегия, увязывающая в единое целое вопросы энергобезопасности и жизненно важные задачи разнопланового развития страны.

Так сложилась ситуация, что энергетика, энергоэффективность и энергосбережение стали острием, доминантой, «бутылочным горлышком» мирового развития и вспыхивающие конфликты на планете лишней раз иллюстрируют нам это положение. Энергетика назначена главным врагом и виновником еще и климатических изменений. Действительно, энергетическая рентабельность (EROEI) добываемых в мире сейчас нефти, угля и газа резко упала за прошедшие десятилетия. Это значит, что поток энергии на входе в экономику снижается и поддерживать его прежний уровень удастся лишь все с новыми и новым затратами вторичной энергии (рис. 2).

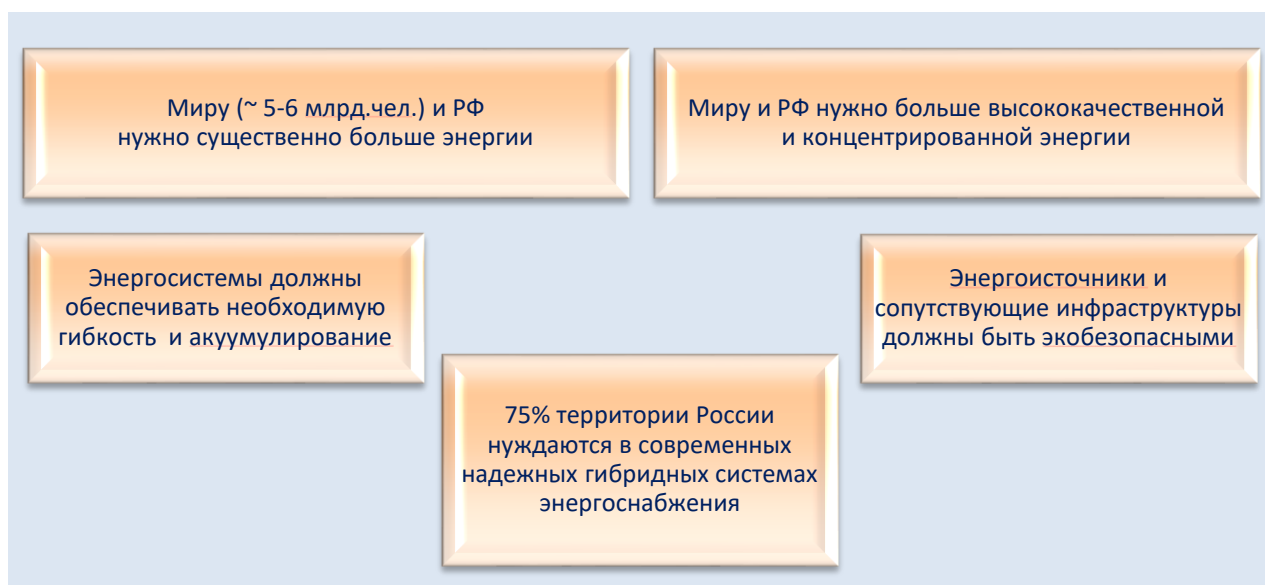


Рис. 2. Ключевые доминанты энергетического развития РФ и мира

Рост энергопотребления в новом энергетическом укладе для страны должен сочетаться одновременно с ростом энерговооруженности и энергетической эффективности во всех секторах экономики – в промышленности, городах, транспорте грузов и ресурсов, прочих вспомогательных отраслях. При этом разные типы резервов роста энергоэффективности (табл. 2) способствуют реализации разных механизмов развития: утилизация вторичных энергоресурсов в промышленности экономит топливо и выбросы самого предприятия, энергосбережение в зданиях позволяет высвободить тепловые и электрические мощности мегаполиса для подключения новых потребителей, и все это вместе способствует снижению климатической уязвимости и росту адаптационных возможностей [5].



Таблица 2

Энергоэффективность и энергосбережение – новый симбиоз для развития

Энергоэффективность и энергосбережение – новый симбиоз для развития		
Индикатор	Резервы роста эффективности	Механизм развития
Эффективность Степень развития Доля «серого» рынка	Термодинамические Резервы масштаба Номинальных режимов	Высвобождение мощности Экосистемные эффекты Климатическая адаптация

Очевидно, для разных регионов будут срабатывать свои приоритеты развития и свои мультипликативные эффекты:

- энерготехнологическое комбинирование и внедрение наилучших доступных технологий;
- высвобождение мощности источников для развития инфраструктур мегаполисов;
- возможность вовлечение различных местных ресурсов в хозяйственный оборот (природные ресурсы, отходы);
- обеспечение надежности энергоснабжения (в удаленных и труднодоступных узлах) – важнейший элемент качества жизни населения;
- развитие туризма и рекреационных возможностей территории;
- увеличение связности территории макрорегионов и страны в целом;
- обеспечение новых потребностей населения и отраслей климатической адаптации.

Выводы

Суммарный рост внутреннего потребления ТЭР в РФ за истекшие 20 лет составил около 30% и значительно улучшил показатели удельного энергопотребления (~8,6 тут/чел вместо 6,5 тут/чел), энерговооруженность промышленности и ЖКХ городов, производительность труда.

Такой значительный рост энергопотребления привел практически к двукратному росту ВВП, что в свою очередь и позволило промышленности выделить средства на модернизацию производственных мощностей. При этом суммарное потребление ископаемого топлива, тепла и электроэнергии промышленным комплексом составило практически 70%, а ЖКХ городов – около 20-22%.

Почти половина топливной части ТЭБ (~45%) – это не сжигание топлива, а энерготехнологическая переработка, использование в качестве сырья, полупродукта, и эта доля в энергобалансе растет. Соответственно, три крупных системных резерва повышения энергоэффективности – активное использование ВЭР в отраслях промышленности, оптимизация схем теплоснабжения, рост мощности и загрузки ГЭС + АЭС, и три поменьше – использование отходов и биотоплива, гибридные системы с использованием НВИЭ, рост энергоэффективности зданий и строений.

При этом главный вопрос – вовсе не в быстрой окупаемости таких проектов, а скорей о работе на системные, мультипликативные эффекты развития промышленности, рост больших и малых городов, инфраструктурных проектов, развитие труднодоступных территорий – в рамках 5 основных типологических групп населенных пунктов (транспортные узлы, центры переработки ресурсов, точки туризма и рекреации, объекты оборонного комплекса, проекты объекты).



Библиографический список

1. Анпилогов А.А. Мир на пике – Мир в пике. – М.: Мелад, 2015. – 392 с.
2. Гашо Е.Г., Чехранова О.А. Оценка динамики и изменения пропорций топливно-энергетического баланса РФ// Промышленная энергетика. – 2023. – № 4. – С. 2-9. EDN: [ZBGYQC](#). DOI: [10.34831/EP.2023.57.25.005](#).
3. Гашо Е.Г. Энергетический переход и энергосбережение: актуальность и реальные проблемы развития страны: учебное пособие. – М.: Изд-во МЭИ, 2023. – 308 с.
4. Марцинкевич Б.Л. Энергетика, которая изменила мир. – М.: Наше завтра, 2022. – 320 с.
5. ИТС 48–2017. Наилучшие доступные технологии энергосбережения и повышения энергетической эффективности при осуществлении хозяйственной и(или) иной деятельности. – М.: Бюро НДТ, 2017. – 165 с. URL: <https://rst.gov.ru:8443/file-service/file/load/1520860507904>

References (для сборника трудов молодых ученых может не оформляться)

1. Anpilogov, A. A. (2015). *Mir na pike – Mir v pike* [World at the Peak – World at the dive]. Melado. [In Russian]
2. Gasho, E.G., & Chekhranova, O.A. (2023) Assessment of the dynamics and changes in the proportions of the fuel and energy balance of the Russian Federation. *Promy'shlennaya e`nergetika*, 4, 2-9. <https://doi.org/10.34831/EP.2023.57.25.005> [In Russian]
3. Gasho, E. G. (2023). *E`nergeticheskij perexod i e`nergoberezhenie: aktual`nost` i real`ny`e problemy` razvitiya strany`* [Energy transition and energy saving: relevance and real problems of the country's development]. Izd-vo ME`I. [In Russian]
4. Marcinkevich, B. L. (2022). *E`nergetika, kotoraya izmenila mir* [Energy that changed the world]. Nashe zavtra. [In Russian]
5. ЕКР 38. (2017). ITS 48–2017. *Nailuchshie dostupny`e texnologi e`nergoberezheniya i povы`sheniya e`nergeti-cheskoj e`ffektivnosti pri osushhestvlenii xozyajstvennoj i(ili) inoj deyatel`nosti* [The best available technologies for energy saving and increasing energy efficiency when carrying out economic and (or) other activities]. Byuro NDT [In Russian]

Сведения об авторах

Гашо Евгений Геннадьевич – д-р техн. наук, профессор, Национальный исследовательский университет «МЭИ», Москва, Россия.

Email: 290461@bk.ru, SPIN-код: [1538-3965](#), ORCID: [0000-0003-3685-5636](#)

Authors about

Evgeniy Gasho – DrSc (Eng.), Professor, National Research University «MPEI», Moscow, Russia. Email: 290461@bk.ru ORCID: [0000-0003-3685-5636](#)

