

УДК 620.9: 339.923

**К.Г. Стертюков, О.А. Стародубцева**Новосибирский государственный технический университет,  
Новосибирск, Россия**ПРОБЛЕМЫ ВНЕДРЕНИЯ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ  
И ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ С ЦЕЛЬЮ УВЕЛИЧЕНИЯ КПД  
В ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ**

Российская энергетика за последние годы отстала от зарубежных стран, и для того чтобы догнать эти страны, необходимо значительно обновить, модернизировать энергетические технологии и стоит начать с повышения энергоэффективности (КПД). Лучшие отечественные паросиловые ТЭС, работающие на газе, имеют КПД, не превышающий 39 %. КПД современных парогазовых установках достигает 55–60 %. Их основу составляют газовые турбины большой мощности с КПД, приближающимся к 40 %, и температурой газа на входе до 1500 °С. На выходе газ охлаждается до температуры 600 °С, достаточной для получения водяного пара высокого давления, поступающего в паровую турбину. Ежегодный ввод парогазовых установок в мире в последнее десятилетие составил около 85 млн кВт, а в текущем десятилетии составит 107 млн кВт, почти половину всех вводимых мощностей. Увеличение КПД в энергетике является одной из самых главных задач, которые стоят перед энергетическим сообществом, потому что от его уровня напрямую зависят выручка и качество поставляемой энергии. Однако повышение КПД невозможно без применения имеющихся и новых технологий и технических средств в энергетике. Имеется широкий набор технологий, позволяющих обеспечить реализацию целевых установок повышения энергоэффективности российской электроэнергетики. Одним из направлений является развитие генерации двойного цикла, повышенных параметров пара, комбинированных угольных энергоустановок. Примерами могут служить в газовой генерации высокоэффективные ПГУ с КПД до 60 %, в угольной генерации – переход на суперсверхкритические параметры с КПД до 46 %. Однако необходимо учитывать, что внедрение новых технологий и модернизация уже установленных мощностей требуют больших инвестиций.

Целью данной работы являются анализ текущего состояния имеющихся и внедрение новых технологий и технических средств в области энергетики для увеличения КПД.

Основные задачи исследования: дать основные понятия по рассматриваемой теме; рассмотреть проблемы повышения КПД в энергетической отрасли в России; исследовать разработку и внедрение новых технологий и технических средств в области энергетики; разработать мероприятия по повышению КПД с помощью использования новых технологий в энергетической области.

Метод проведения исследования – изучение и анализ проблем использования технологий и технических средств с целью увеличения КПД в энергетике.

Выявлены основные причины низкого КПД в энергетической промышленности выявление и проблемы использования новых технологий в энергетической отрасли. Разработаны мероприятия по повышению КПД на основе использования новых технологий и технических средств в области энергетики.

**Ключевые слова:** энергосбережение, электрические станции, коэффициент полезного действия, коэффициент полезного использования энергии, электрический коэффициент полезного действия, новые технологии и технические средства, энергоэффективность, индикаторы повышения энергетической эффективности.

\* Шейндлин А. Размышления о некоторых проблемах энергетики [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.nkj.ru/archive/articles/1971/> (дата обращения: 01.09.2017).

**K.G. Stertyukov, O.A. Starodubtseva**

Novosibirsk State Technical University, Novosibirsk, Russian Federation

**PROBLEMS OF INTRODUCTION OF NEW TECHNOLOGIES  
AND TECHNICAL TOOLS TO INCREASE EFFICIENCY  
IN THE ENERGY SECTOR**

Russia's energy sector in recent years has lagged behind foreign countries in order to catch up with these countries need to significantly upgrade and modernise technology and energy should start with energy efficiency (COP). The best domestic steam power thermal power plants operating on gas have efficiency of not more than 39%. The efficiency of a modern combined-cycle plants reaches 55-60%. They are based on gas turbines of high power with an efficiency approaching 40%, and the gas temperature at the inlet to 1500°C. The outlet gas is cooled to a temperature of 600°C, sufficient to generate water vapor high pressure coming into the steam turbine. The annual input of combined-cycle plants in the world in the last decade amounted to about 85 million kW, and in the current decade will amount to 107 million kW, nearly half of all new capacity [1]. Increase efficiency in the energy sector is one of the main challenges facing the energy community, because it directly depends on revenue and the quality of the delivered energy. However, the increase in efficiency is possible without using existing and new technologies in the energy sector. There is a wide range of technologies to ensure the realization of the objectives of energy efficiency in the Russian power industry. One of the areas is the generation of a double cycle, higher steam parameters, combined coal power plants. Examples can be seen in gas generation is a highly efficient PSU with an efficiency of up to 60 % in coal - fired electricity generation the transition to supercritical parameters with an efficiency of up to 46 %. However, be aware that the introduction of new technologies and the modernization of already installed capacity requires large investments.

The aim of this work is to analyze the current status of existing and introduction of new technologies and technical means in the field of energy to increase efficiency.

The main objectives of the study: to give basic concepts on the subject; consider the problem of improving efficiency in the energy sector in Russia; to explore the development and introduction of new technologies and technical means in the field of energy; to develop measures to improve efficiency through the use of new technologies in the energy field.

Method of research – study and analysis of problems use technology and technical means to increase efficiency in the energy sector.

The main reasons for low efficiency in the energy industry identifying and problems of using new technologies in the energy industry. Developed activities to increase efficiency through the use of new technologies and technical means in the field of energy.

**Keywords:** energy saving, electric power stations, efficiency, utilization factor of energy, electric efficiency, new technology and equipment, energy efficiency indicators energy efficiency.

**Введение.** Актуальность выбранной темы вызвана тем, что российская энергетика за последние 20 лет отстала от ведущих зарубежных стран, и ей необходима модернизация. Разработка и внедрение новых и совершенствование имеющихся технологий и технических средств, увеличивающих коэффициент полезного действия (КПД),

являются важнейшими направлениями в работе для успешного развития российской энергетики. Увеличение КПД позволит снизить затраты на производство и передачу энергии, что, в свою очередь, увеличит прибыль энергетических компаний и позволит модернизировать предприятия энергетической промышленности.

Для раскрытия данной темы необходимо определиться с понятиями.

Коэффициент полезного действия – характеристика системы (устройства, машины) в отношении преобразования или передачи энергии. Иными словами, это показатель рационального использования энергии. Определяется отношением полезной энергии к суммарному количеству энергии, полученной технической системой (машиной, устройством).

В различных системах для расчета могут использоваться различные значения. Так, для электродвигателей КПД будет рассчитываться как отношение совершаемой полезной работы к электроэнергии, полученной из сети, а для тепловых машин – как отношение полезной совершаемой работы к затраченному количеству теплоты. Тем не менее для определения КПД все виды энергии и работа должны выражаться в одних единицах измерения для того, чтобы можно было сравнить любые объекты, например, атомные станции, генераторы электроэнергии и т.д. с точки зрения эффективности их работы [1].

При производстве электрической энергии только часть (кинетической, тепловой и т.п.) преобразуется в электрическую энергию, остальная выделяется в виде тепла, иными словами, часть тепловой энергии утилизируется на теплоснабжение.

Соотношение между потраченной энергией и утилизированной, выраженное в процентах, называется тепловым КПД. Суммарный КПД (электрический+тепловой) называется КПД использования топлива. Чем выше электрический и суммарный КПД, тем экономичнее работа электростанции. На АЭС и ГРЭС чаще всего тепло не используется, и суммарный КПД равен электрическому [2].

*Рассмотрим КПД для электрических станций (табл. 1–5).*

Для станций, которые работают на сжигании органического топлива, для расчетов КПД берется удельная теплоемкость топлива (см. табл. 1).

Таблица 1

Электрический КПД станций, работающих на сжигании органического топлива

Виды станций	Величина КПД	Используемое сырье	Влияние сезонности
ТЭС – тепловые, вырабатывают электрическую энергию	33–35 %	Уголь, торф, газ, мазут	Не влияет
ТЭЦ – станции, вырабатывающие электроэнергию + тепло (расстояние передачи тепла не более 20–30 км)	35–38 %	Уголь, торф, газ, мазут	Не влияет
ГРЭС – государственные районные электростанции	36–44 %	Уголь, торф, газ, мазут	Не влияет
ПГУ – парогазовые установки	50–65 %	Газ	Не влияет
ГТЭС – газотурбинные электростанции	30–35 %	Газ	Не влияет
ГПЭС – газопоршневые электростанции	40–46 %	Дизельное топливо, газ	Не влияет

Для гидроэлектростанций и приливных электростанций при расчете электрического КПД в расчет принимается изменение потенциальной энергии воды (см. табл. 2).

Таблица 2

Электрический КПД гидроэлектростанций и приливных электростанций

Виды электростанций	Величина КПД	Используемое сырье	Влияние сезонности
ГЭС – гидроэлектростанции	92–94 %	Вода равнинных и горных рек	Не влияет
ПЭС – приливная электростанция	92–94 %	Вода во время приливов и отливов	Наблюдаются суточные колебания

При расчете электрического КПД АЭС берется суммарная энергия расщепляемого топлива (см. табл. 3).

Таблица 3

## Электрический КПД атомных электростанций

Виды электростанций	Величина КПД	Используемое сырье	Влияние сезонности
АЭС – атомные электростанции	40–44 %	Плутоний и уран	Не влияет

В табл. 4 и 5 представлены КПД для ветроэлектростанций и солнечных батарей.

Таблица 4

## Электрический КПД ветрогенерации

Виды электростанций	Величина КПД	Используемый источник	Влияние сезонности
Ветроэлектростанции	50 %	Ветер	Влияет и зависит от погоды

Таблица 5

## Электрический КПД солнечных батарей

Виды электростанций	Величина КПД	Используемый источник	Влияние сезонности
Солнечные станции (солнечные батареи)	40 %	Солнце	Влияет и зависит от времени суток и погоды

Судя по данным таблиц, можно констатировать, что КПД станций оставляет желать лучшего, есть над чем работать, несмотря на то, что принят Федеральный закон (ФЗ-261) об энергосбережении и повышении энергетической эффективности для стимулирования повышения коэффициента использования топлива.

Низкий КПД (коэффициент полезного действия) и КИУМ (коэффициент используемой установленной мощности), высокие показатели расхода топлива на электростанциях (большинство из которых построено порядка сорока лет назад) приводят к удорожанию электричества, несмотря на то, что они работают на дешёвом газе [3]. В табл. 6 дается сравнение КИУМ в России и в развитых странах.

Таблица 6

Сравнительные характеристики КИУМ в России и за рубежом [4, 5]

Коэффициент использования установленных мощностей (%)				
Вид станции	Россия			Развитые страны
	Текущий	По генеральной схеме	Заложено на этапе строительства	
Тепловые	53	59	67	65–67
Атомные	78	78	85	89–93
Гидростанции	44	39	45	40–90

На электростанциях ежегодно при производстве электрической и тепловой энергии отличается 15–16 % потерь энергии от общего потребления первичной энергии.

В 2005–2013 гг. средний уровень КПД на российских электростанциях был на уровне 36–37 %, а удельный расход топлива на производство киловатт-часа электроэнергии за эти годы снизился всего на 1,5 %.

По данным ОЭСР (Организация экономического сотрудничества и развития), для станций на угле средней КПД составил 38 %, а для станций на газе он был равен 41 %. По данным МЭА (Международное энергетическое агентство), при оценке потенциала энергосбережения в качестве нижней технологической границы для новых станций используются следующие показатели КПД: для станций на угле – 43 %, для станций на газе – 55 %, а в качестве верхней границы эти показатели составили: для станций на угле – 48 %, для станций на газе – 60 %, для станций на жидком топливе – 50 % [6].

В России уровням верхней границы эффективности МЭА соответствовало лишь 1,5 % выработанной электроэнергии. В качестве примера можно привести следующие данные: в России в 2010 г. на станциях с КПД ниже 30 % вырабатывалось 7 % электроэнергии, а на станциях с КПД ниже 20 % – 2 млрд кВт·ч. Надо отметить, что 33 % соответствовало уровням нижней границы эффективности, но, однако, почти все эти проценты – это электроэнергия, вырабатываемая на ТЭЦ. Низкий уровень КПД является следствием того, что для обеспечения конкурентоспособности электроэнергии станции большую часть топлива тратили на производство тепла, производимого на устаревшем оборудовании [7]. Нужно отметить, что большая часть угольных электростанций, вновь введенных в эксплуатацию в мире, была спроектирована на основе

традиционных технологий с использованием докритических параметров пара [8, 9].

Рассмотрим проблемы низкого КПД в энергетике России. Одна из ключевых проблем, это устаревшие технологии и изношенное энергетическое оборудование. Необходима комплексная модернизация всего энергетического комплекса, которая связана с очень большими инвестициями.

Следующей проблемой можно назвать централизованное теплоснабжение. Дело в том, что износ в сетях приводит к большим потерям (тепловым) – более 16 %. В результате неполучения тепла потребитель вынужден устанавливать собственные котельные, уходя от централизованного теплоснабжения, и в итоге снижается выработка электроэнергии на тепловом потреблении. А это приводит к недозагрузке оборудования, к сокращению продажи тепла и электроэнергии, росту тарифов.

В связи с тем, что уровень жизни населения растет, а промышленный рост незначителен (в связи с различного рода катаклизмами: кризисы, войны, и т.д.), необходимо делать упор на надежность электросетевого комплекса в России.

Низкий уровень КПД приводит к огромному количеству проблем в энергетической промышленности. В связи с этим проводится множество мероприятий для увеличения энергоэффективности.

Далее рассмотрим, каким образом изменятся индикаторы повышения энергетической эффективности [7, 10, 11].

Коэффициент полезного использования топлива к 2020 г. должен возрасти на 2 % по сравнению с 2000 г. (с 58 до 60 %), КПД новых электростанций на угле увеличится на 10 % к 2020 г. по сравнению с 2007 г. (с 50 до 60 %), КПД новых станций на природном газе к 2020 г. должен возрасти на 7 % по сравнению с 2007 г. (с 41 до 48 %).

Анализируя индикаторы повышения энергетической эффективности, можно выделить основные мероприятия:

1. К 2020 г. КПД для станций на природном газе должен быть в пределах 60 %.
2. К 2020 г. минимальный уровень КПД новых электростанций на угле должен быть не менее 48 %;
3. От тепловых электростанций ожидается отпуск доли тепловой энергии увеличить до 51,5 % в 2020 г.;
4. Потери в электрических сетях должны быть снижены до 7–8 %.

5. Для районов, имеющих развитую инфраструктуру систем газо- и электроснабжения, необходимо провести мероприятия по совершенствованию систем энергоснабжения районов с низкой плотностью тепловой и электрической нагрузки.

Все эти мероприятия не смогут осуществиться без внедрения новых технологий и новых технических средств.

Современными технологиями для ТЭС, работающих на газе, могут являться: парогазовый цикл, газотурбинные надстройки паросиловых блоков и газовые турбины с утилизацией тепла. А для этого необходимо начать промышленное освоение еще до 2020 г. усовершенствованных и новых ГТУ и ПГУ на природном газе с доведением КПД до 63–65 %.

*Для электростанций, работающих на твердом топливе, такими технологиями являются: газификация угля с использованием генераторного газа в парогазовых установках и экологически чистые технологии сжигания угля в циркулирующем кипящем слое.*

*По мнению специалистов, переход от паротурбинных к парогазовым ТЭС на газе [12, 13] и угле [9] обеспечит повышение КПД установок до 50 %, а в перспективе – до 60 % и более [5, 14].*

Одним из важнейших средств решения проблемы повышения эффективности использования электроэнергетики и снижения вредного воздействия на окружающую среду является минимизация удельных расходов топлива на производство энергии (тепловой и электрической) путем внедрения новых технологий и новых технических средств, более экономичных. Во-первых, это позволит увеличить коэффициент использования установленной мощности на станциях. Во-вторых, развивая сетевую инфраструктуру, можно поднять КИУМ атомных электростанций до уровня зарубежных стран, так как именно она сможет обеспечить в пиковые нагрузки выработку электроэнергии на АЭС в полную мощность. В-третьих, необходимо внедрение паросиловых блоков на парогазовом цикле. Как показывает мировая практика, использование газотурбинных надстроек к блоку в 300 МВт позволяет увеличить его мощность до 800 МВт, а это ведет к увеличению КПД с 35–37 до 55–57 % и снижению расхода газа в полтора раза. По проведенным расчётам средняя годовая экономия газа в рамках данного сектора на уровне 2020 г. составит около 35 млрд м<sup>3</sup> в год [13]. Если брать во внимание, что стоимость мероприятий по повышению коэффициента



использования установленной мощности составляет 25 % от стоимости строительства нового энергоблока, то выгоднее строительство парогазового блока мощностью 1 ГВт, так как вложения в увеличение КПД будут в два раза меньше [4, 16].

За рубежом предпочтение в настоящее время отдается комбинированной системе централизованного и децентрализованного электро- и теплоснабжения, которая будет основана на принципиально новых источниках энергии и подчинена сложнейшим автоматизированным системам управления распределенной сетью.

Выделяют шесть сегментов в энергетической отрасли, в которых будут внедряться новые технологии [15]:

*В области энергосбережения в частном секторе:* переход к технологии нового поколения «умных домов», использование солнечных панелей, установление климат-контроля, использование малых (домашнего пользования) генераторов, аккумуляторов, новых строительных материалов с улучшенными эксплуатационными свойствами и пр. Технологии, которые будут внедряться *в области использования локальных источников электроснабжения и теплоснабжения в частном и промышленном секторе*, будут направлены на сокращение эксплуатационных издержек, увеличение надежности и качества энергоснабжения, управление децентрализованной присоединенной нагрузкой, т.е. будут востребованы технологии строительства малой электро- и теплогенерации. Помимо традиционных ВИЭ сюда относятся различного рода recycling-технологии: биостанции и мусорные станции и новейшие микроядерные установки.

*В области сетевых технологий* будут востребованы системы автоматизированного или автоматического контроля и управления (в том числе – smart metering, smart grid, системы аварийного отключения и т.д.) сетями; микросетевые комплексы автономного обеспечения (Micro grid) с мощностью до 60–100 МВт для тех центров потребления, которые находятся вдали от крупных сетевых объектов, а также новые сетевые проекты: цифровые ПС, высокопроводимые кабели, оптимизация топологии сети.

*В области использования промышленных накопителей:* использование конденсаторов с промышленной емкостью для стабилизации графика нагрузки. С развитием технологий конденсаторы становятся все более доступными. Так, по мнению экспертов, в ближайшие

2–3 года себестоимость производства нового поколения литий-ионных конденсаторов снизится до 1,5–1,8 USD за МВт.

В качестве резервных источников энергоснабжения и с целью оптимизации затрат на покупку электроэнергии промышленные накопители нашли свое применение на промышленных предприятиях. На генерирующих станциях их используют для обеспечения постоянной базовой нагрузки блоков и для поставки аккумулированной электроэнергии в пиковые часы.

*В области существующих генерирующих станций* будут востребованы проекты, предусматривающие утилизацию или эффективное использование устаревшей генерации, подлежащей выводу из эксплуатации. Здесь необходимы технологии, направленные на повышение эффективности работы станции и снижение себестоимости выработки электроэнергии, внедрение новых систем управления и обеспечение безопасности.

*В области теплоснабжения* необходимы проекты по модернизации и системам безопасности/надежности для существующей генерации, т.е. нужны технологии в распределенной системе теплоснабжения для обеспечения мониторинга, учета, контроля и управления, а также для оптимизации конфигурации системы и нагрузки. Необходимы новые технологии, позволяющие увеличить срок эксплуатации и надежность трубопроводов, которые оптимизируют конфигурации системы и нагрузки, повысят КПД водонасосных станций и теплоизоляцию.

К сожалению, пока Российская Федерация существенно отстает от мировых лидеров в сфере применения новых технологий в области энергетики. Слабо развито производство электроэнергии из альтернативных источников, ниже энергоэффективность экономики. Менее гибким, по сравнению с американским и европейским рынками, является внутренний рынок энергоносителей.

В этих условиях Российской Федерации чрезвычайно важно анализировать изменения, происходящие на мировом и, в особенности, на европейском рынках. Новые тенденции в развитии мировых энергетических рынков должны учитываться не только в сфере развития энергетики, но и при формировании контуров макроэкономической политики, поскольку экономическое благосостояние России находится в тесной зависимости от конъюнктуры внешних рынков [16].

**Выводы.** Рассмотрев инновационную деятельность в области энергетических проектов за рубежом, хотелось бы отметить, что российская инновационная политика в данной сфере практически отсутствует. В основном направления инновационной деятельности связаны с созданием новых проводниковых материалов, средств электроники управления процессами генерации и электропередачи. В России довольно невысокий совокупный уровень внедрения технологических инноваций. Из общего числа промышленных организаций внедрением технологических инноваций занимались лишь 9,4 %, из общего объема отгруженных товаров, работ и услуг на территории РФ промышленными предприятиями совокупный объем инноваций составлял порядка 1,9 % по данным на 2014 г. Таким образом, можно сделать следующий вывод, что большинство стран-лидеров успешно развивают свою инновационную деятельность в области энергетики, но Россия наращивает свои позиции путем изучения и перенимания навыков у зарубежных представителей данной деятельности [17]. Например, парогазовые установки создаются на основе закупленных лицензий или просто покупаются у зарубежных фирм. Нужно понимать, что без перехода на новые технологии невозможно обеспечить энергоэффективность, энергосбережение и увеличение КПД с 30–40 до 55–80 % [18]. Кроме того, в энергетической отрасли России имеются заделы по новым технологиям, однако дефицит инвестиций и неготовность российских производителей к выпуску необходимого оборудования могут оказаться препятствиями к внедрению достижений НТП. Необходимо создавать мотивационные механизмы, позволяющие принимать инвестиционные решения в пользу таких технологий. Развитие и использование энергосберегающих технологий базируются, с одной стороны, на привлечении к ответственности за нарушение норм, с другой стороны, на создании экономических стимулов [19]. Исследование показало, что для реализации целевых установок повышения энергоэффективности в России имеется технический потенциал. Однако надо понимать, что его нельзя реализовать быстро, так как необходима замена всей технологической базы производства, а оборот основного капитала во многих отраслях происходит сравнительно медленно. Поэтому реализация технического потенциала во многом зависит от скорости замены и модернизации оборудования и зданий, от уровня его загрузки, от параметров его энергоэффективности [6]. Однако опыт ведущих зарубеж-

ных стран показывает, что развитие энергоэффективности нельзя осуществлять только административными мерами и обновлением оборудования, необходимо также развивать индустрию энергосберегающих технологий [19].

### **Библиографический список**

1. Скворцов В. Коэффициент полезного действия – а все ли сделано правильно? [Электронный ресурс]. – URL: <http://fb.ru/article/48293/koeffitsient-poleznogo-deystviya-a-vse-li-sdelano-pravilno> (дата обращения: 04.09.2017).

2. Коэффициент полезного действия электрических станций [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.spazint.ru/energetika/energoberezhenie/kpd-elektrostantsij.html> (дата обращения: 05.05.2017).

3. Волкоявский В.А., Кузовкин А.И. Конкуренция, регулирование и управление электроэнергетикой (теоретические подходы) // Проблемы прогнозирования. – 2007. – № 4. – С. 54–73.

4. Гибадуллин А.А. О состоянии электроэнергетики в России [Электронный ресурс] // Технологии техносферной безопасности: научный интернет-журнал. – 2012. – № 4(44). – С. 15. – URL: <http://ipb.mos.ru/ttb> (дата обращения: 18.07.2017).

5. Гибадуллин А.А. Модернизация электроэнергетики [Электронный ресурс]. – URL: <http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2012/797> (дата обращения: 18.07.2017).

6. Доклад Президиуму Госсовета РФ «О повышении энергоэффективности российской экономики» [Электронный ресурс]. – URL: <http://bib.convdocs.org/v16092/?download=file#7> (дата обращения: 18.07.2017).

7. Башмаков И.А. Интегрированное планирование энергетических ресурсов в электроэнергетике [Электронный ресурс]. – URL: [https://www.abok.ru/for\\_spec/articles.php?nid=4437](https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=4437) (дата обращения: 18.07.2017).

8. Clean Coal Technologies, Update 2014 – Global Market Size, Trends, Regulations and Key Analysis to 2025: Global Data Report. – London, 2014. – 150 p.

9. Горбачева Н. Угольная генерация в условиях нового индустриального развития // Мировая экономика и международные отношения. – 2016. – Т. 60, № 6. – С. 42–51.

10. Государственная программа энергосбережения и повышения энергетической эффективности на период до 2020 года [Электронный ресурс]. – URL: [http://www.ceskom.ru/files/normativ/energosome/energosome\\_program.pdf](http://www.ceskom.ru/files/normativ/energosome/energosome_program.pdf) (дата обращения: 18.07.2017).

11. Электроэнергетика Российской Федерации [Электронный ресурс] // Экологические системы: электронный журнал. – 3 марта 2011. – URL: [http://esco.co.ua/journal/2011\\_3/art117.htm](http://esco.co.ua/journal/2011_3/art117.htm) (дата обращения: 18.07.2017).

12. Мишук Е.С. Электроэнергетика СНГ – вчера, сегодня, завтра [Электронный ресурс]. – URL: <http://federalbook.ru/files/ТЕК/Soderzhanie/Tom%2011/VI/Mishuk.pdf> (дата обращения: 25.07.2017).

13. Волков Э.П. Перспективы развития и модернизация электроэнергетики России в условиях повышения энергоэффективности и энергосбережения [Электронный ресурс]. – URL: [http://www.ruscable.ru/print.html?p=/article/Perspektivy\\_razvitiya\\_i\\_modernizaciya/](http://www.ruscable.ru/print.html?p=/article/Perspektivy_razvitiya_i_modernizaciya/) (дата обращения: 01.08.2017).

14. Разработка системы управления производственными фондами энергогенерирующей компании [Электронный ресурс]. – URL: <http://economy-lib.com/razrabotka-sistemy-upravleniya-proizvodstvennymi-fondami-energogeneriruyushey-kompanii#1> (дата обращения: 18.07.2017).

15. Какие технологии нужны в электроэнергетике? [Электронный ресурс]. – URL: <http://rb.ru/opinion/electroenergetics/> (дата обращения: 15.04.2017).

16. Романова А.М., Стародубцева О.А. Международная конкуренция на рынке энергетических инноваций и место России в ней // Инфраструктурные отрасли экономики: сб. материалов XVIII Междунар. науч.-практ. конф. – Новосибирск: Изд-во Новосиб. гос. техн. ун-та, 2017. – С. 52–56.

17. Мазанова Е.А., Стародубцева О.А. Основные направления развития инноваций в энергетике в мировом масштабе // Национальные традиции в развитии торговли, экономики и культуры: сб. материалов 13-й межвуз. студ. науч.-практ. конф. – Уфа: Изд-во УИ (филиал) РЭУ им. Г.В. Плеханова, 2016. – С. 160–162.

18. Серебряников Н.И. Проблемы развития энергетики и надежности энергоснабжения [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.energsovet.ru/stat649.html> (дата обращения: 01.09.2017).

19. Яковлев А.С., Барышева Г.А. Энергоэффективность и энергосбережение в России на фоне опыта зарубежных стран [Электронный ресурс]. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/energoeffektivnost-i-energoberezhenie-v-rossii-na-fone-opyta-zarubezhnyh-stran> (дата обращения: 25.07.2017).

### References

1. Skvortsov V. Koeffitsient poleznogo deistviia – a vse li sdelano pravil'no? [Coefficient of efficiency – is everything right?], available at: <http://fb.ru/article/48293/koeffitsient-poleznogo-deystviya-a-vse-li-sdelano-pravilno> (accessed 04 September 2017).

2. Koeffitsient poleznogo deistviia elektricheskikh stantsii [The efficiency of power plants], available at: <http://www.spazint.ru/energetika/energoberezhenie/kpd-elektrostantsij.html> (accessed 05 May 2017).

3. Volkoiavskii V.A., Kuzovkin A.I. Konkurentsii, regulirovanie i upravlenie elektroenergetiki (teoreticheskie podkhody) [Competition, regulation and management of power generation (theoretical approaches)]. *Problemy prognozirovaniia*, 2007, no. 4, pp. 54-73.

4. Gibadullin A.A. O sostoianii elektroenergetiki v Rossii [On the state of the electric power in Russia]. *Tekhnologii tekhnosfernoi bezopasnosti: nauchnyi internet-zhurnal*, 2012, no. 4(44), p. 15, available at: <http://ipb.mos.ru/ttb> (accessed 18 July 2017).

5. Gibadullin A.A. Modernizatsiia elektroenergetiki [The Modernization of the power industry], available at: <http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2012/797> (accessed 18 July 2017).

6. Doklad Prezidiumu Gossoveta RF «O povyshenii energoeffektivnosti rossiiskoi ekonomiki» [Report of the RF state Council Presidium "On improving the efficiency of Russian economy"], available at: <http://bib.convdocs.org/v16092/?download=file#7> (accessed 18 July 2017).

7. Bashmakov I.A. Integrirovannoe planirovanie energeticheskikh resursov v elektroenergetike [Integrated planning of energy resources in the power industry], available at: [https://www.abok.ru/for\\_spec/articles.php?nid=4437](https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=4437) (accessed 18 July 2017).

8. Clean Coal Technologies, Update 2014 – Global Market Size, Trends, Regulations and Key Analysis to 2025: Global Data Report. London, 2014. 150 p.

9. Gorbacheva N. Ugol'naiia generatsiia v usloviakh novogo industrial'nogo razvitiia [Coal generation in the new industrial development]. *Mirovaia ekonomika i mezhdunarodnye otnosheniia*, 2016, vol. 60, no. 6, pp. 42-51.

10. Gosudarstvennaia programma energosberezheniia i povysheniia energeticheskoi effektivnosti na period do 2020 goda [The state program of energy saving and energy efficiency for the period up to 2020], available at: [http://www.ceskom.ru/files/normativ/energosome/energosome\\_program.pdf](http://www.ceskom.ru/files/normativ/energosome/energosome_program.pdf) (accessed 18 July 2017).

11. Elektroenergetika Rossiiskoi Federatsii [The electric power industry of the Russian Federation]. *Ekologicheskie sistemy: elektronnyi zhurnal*. 3 March 2011, available at: [http://esco.co.ua/journal/2011\\_3/art117.htm](http://esco.co.ua/journal/2011_3/art117.htm) (accessed 18 July 2017).

12. Mishuk E.S. Elektroenergetika SNG – vchera, segodnia, zavtra [Electric power industry of CIS – yesterday, today and tomorrow], available at: <http://federalbook.ru/files/TEK/Soderzhanie/Tom%2011/VI/Mishuk.pdf> (accessed 25 July 2017).

13. Volkov E.P. Perspektivy razvitiia i modernizatsiia elektroenergetiki Rossii v usloviakh povysheniia energoeffektivnosti i energosberezheniia [Prospects for the development and modernization of Russia's power industry in terms of energy efficiency and energy saving], available at: [http://www.ruscable.ru/print.html?p=/article/Perspektivy\\_razvitiya\\_i\\_moder nizaciya/](http://www.ruscable.ru/print.html?p=/article/Perspektivy_razvitiya_i_moder nizaciya/) (accessed 01 August 2017).

14. Razrabotka sistemy upravleniia proizvodstvennymi fondami energogeneriruiushchei kompanii [Development of a control system of production assets power generating company], available at: <http://economy-lib.com/razrabotka-sistemy-upravleniya-proizvodstvennymi-fondami-energogeneriruyushey-kompanii#1> (accessed 18 July 2017).

15. Kakie tekhnologii nuzhny v elektroenergetike? [What technologies are needed in the power sector?], available at: <http://rb.ru/opinion/electroenergetics/> (accessed 15 April 2017).

16. Romanova A.M., Starodubtseva O.A. Mezhdunarodnaia konkurentsii na rynke energeticheskikh innovatsii i mesto Rossii v nei [International competition in energy innovation and the place of Russia in it]. *Infrastrukturnye otrasli ekonomiki: sbornik materialov KhVIII Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii*. Novosibirsk: Novosibirskii gosudarstvennyi tekhnicheskii universitet, 2017, pp. 52-56.

17. Mazanova E.A., Starodubtseva O.A. Osnovnye napravleniia razvitiia innovatsii v energetike v mirovom masshtabe [The Main directions of development of innovations in the energy sector on a global scale]. *Natsional'nye traditsii v razvitiit torgovli, ekonomiki i kul'tury: sbornik materialov 13-i mezhvuzovskoi studencheskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii*. Ufa: Ufimskii filial Rossiiskogo ekonomicheskogo universiteta imeni G.V. Plekhanova, 2016, pp. 160-162.

18. Serebrianiikov N.I. Problemy razvitiia energetiki i nadezhnosti energosnabzheniia [Problems of energy development and supply security], available at: <http://www.energsovet.ru/stat649.html> (accessed 01 September 2017).

19. Iakovlev A.S., Barysheva G.A. Energoeffektivnost' i energosberezhenie v Rossii na fone opyta zarubezhnykh stran [The energy Efficiency and conservation in Russia on the background of the experience of foreign countries], available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/energoeffektivnost-i-energo-sberezhenie-v-rossii-na-fone-opyta-zarubezhnyh-stran> (accessed 25 July 2017).

#### **Сведения об авторах**

**Стертюков Константин Геннадьевич** (Новосибирск, Россия) – студент Новосибирского государственного технического университета (630087, Новосибирск, пр. К. Маркса, 20, e-mail: [s\\_ev54@mail.ru](mailto:s_ev54@mail.ru)).

**Стародубцева Ольга Анатольевна** (Новосибирск, Россия), кандидат экономических наук, доцент кафедры «Производственный менеджмент и экономика энергетики» Новосибирского государственного технического университета (630087, Новосибирск, пр. К. Маркса, 20, e-mail: [olgastarodubzeva@mail.ru](mailto:olgastarodubzeva@mail.ru)).

#### **About the authors**

**Stertyukov Konstantin Gennadievich** (Novosibirsk, Russian Federation) is a Student Novosibirsk state technical University (630087, Novosibirsk, 20, Karl Marx pr., e-mail: [s\\_ev54@mail.ru](mailto:s_ev54@mail.ru)).

**Starodubtseva Olga Anatolievna** (Novosibirsk, Russian Federation) is a Candidate of Economic Sciences, Associate Professor Department of Industrial Management and Energy Economics Novosibirsk State Technical University (630087, Novosibirsk, 20, Karl Marx pr., e-mail: [olgastarodubzeva@mail.ru](mailto:olgastarodubzeva@mail.ru)).

Получено 30.01.2018