

DOI:10.34031/2071-7318-2020-5-5-31-43

<sup>1</sup>Гуцин С.В., <sup>2,\*</sup>Семиненко А.С., <sup>1</sup>Shen C.<sup>1</sup>Харбинский политехнический университет<sup>2</sup>Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

\*E-mail: seminenkoas@bstu.ru

## МИРОВЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ

**Аннотация.** Необходимость обеспечения теплом, горячим водоснабжением, электроэнергией являются базовыми потребностями общества, и на протяжении всей истории человечества именно они формируют наибольший спрос на энергоресурсы. В современном мире потребление энергии всеми странами мира непрерывно увеличивается, порождая такие новые проблемы, как нехватка энергоресурсов, их удорожание, истощение источников энергоресурсов, экологические угрозы и другие. В связи с остротой проблемы экономии, рационального и эффективного использования энергетических ресурсов, а также огромными потерями энергии в строительной отрасли, в данной статье рассматривается мировой опыт применения энергосберегающих технологий и использование других мер по повышению энергоэффективности, проанализировано состояние современной ситуации в области энергосбережения в России. Рассмотрены предпосылки к изучению проблемы энергоэффективности, проанализировано состояние сферы энергопотребления и энергосбережения в Китае, США, некоторых стран Евросоюза и РФ, рассмотрен мировой опыт применения способов повышения уровня энергоэффективности на государственном уровне. Затронуты проблемы и исторические предпосылки, сдерживающие развитие России в сфере энергосбережения, на основе анализа мирового опыта, выдвинуты конкретные предложения для повышения уровня эффективности использования энергоресурсов в России.

**Ключевые слова:** энергопотребление, энергосбережение, энергоэффективность, энергосберегающие технологии, энергоэффективное строительство, зеленое строительство, энергетическая стратегия

**Введение.** Энергетические ресурсы являются неотъемлемой частью жизнедеятельности людей. Человек всегда находится в тесном контакте с энергоресурсами, которые, в свою очередь, оказывают большое влияние на стабильность функционирования общества [1]. В настоящее время, энергия стала одним из ключевых ресурсов поддержания и стимулирования развития социума. Использование энергии в прошлом характеризовалось низкой эффективностью, большими потерями энергии и отсутствием внимания к воздействию на окружающую среду. Сейчас, все больше стран стало уделять должное внимание созданию собственной энергетической стратегии, целью которой должны являться обеспечение энергоресурсами конечных потребителей, то есть население страны, и поддержание стабильности их поставки, что, кроме того, будет способствовать защите государственной энергетической безопасности [2].

Однако, все исходные проблемы энергоэффективности и энергосбережения актуальны до сих пор. Сфера строительства в мире, в течение всего жизненного цикла от производства строительных материалов до завершения строительства, включая эксплуатацию здания, потребляет около 50 % всей мировой энергии, 42 % всех водных ресурсов, 50 % всех производимых материалов, а также провоцирует 24 % мирового загрязнения воздуха, 50 % парникового эффекта, 40 %

загрязнения воды, кроме того строительная отрасль порождает около 20 % всех твердых отходов мира [3].

Проблема энергосбережения и энергосберегающие здания, в частности, стали объектом пристального внимания после мирового энергетического кризиса 1974 года. Так, во время кризиса, на Международной энергетической конференции ООН, специалисты выступили с докладом о низкой эффективности использования ресурсов в области строительства, подчеркнув то, что сфера строительства зданий обладает наибольшим потенциалом для экономии ресурсов [4]. После чего, исследование и создание новых энергосберегающих технологий для строительства энергосберегающих зданий стали новым направлением исследований в строительстве. На той же конференции была выдвинута основная концепция сбережения энергии: путем применения экономически обоснованных, экологически и социально приемлемых технических решений, более эффективно использовать энергетические ресурсы. С тех пор начались активные исследования в области энергосбережения, а первые экспериментальные энергосберегающие здания были построены в Европе после окончания кризиса [5].

В настоящее время потребление энергии в мире постоянно увеличивается, и проблема ухудшения состояния окружающей среды стала более

серьезной. По данным [6] мирового рейтинга выбросов углекислого газа в 2018 году, наибольшее количество выбросов производят Китай (9467 млн. тонн CO<sub>2</sub>), Соединенные Штаты Америки (5118 млн. тонн CO<sub>2</sub>), Индия (2277 млн. тонн CO<sub>2</sub>), Россия (1755 млн. тонн CO<sub>2</sub>) и Германия (733 млн. тонн CO<sub>2</sub>). Энергосберегающие здания напрямую влияют на количество вредных выбросов: чем ниже энергопотребление, тем меньше вредных выбросов в атмосферу и тем более благоприятные экологические условия для общества. В настоящее время, строительство энергоэффективных зданий стало одним из способов улучшения состояния окружающей среды в мире. Поэтому сейчас все мировые державы уделяют все больше внимания энергосберегающим технологиям и строительству энергосберегающих зданий.

Таким образом, задачей этой статьи является анализ мирового современного состояния сферы энергосбережения, изучение преимуществ и недостатков используемых в России, Китае, США и странах Евросоюза энергосберегающих технологий и других мер по повышению энергоэффективности, а также выдвижение предложений по повышению уровня энергоэффективности в Российской Федерации.

**Методика.** При проведении исследования проведен обзор научно-технической информации, включающей в себя китайско-, англо- и русскоязычные книги, публикации и электронные ресурсы. Анализировались показатели сданных в эксплуатацию и уже использующихся энергоэффективных зданий Китая, Европы, США и России, а также энергосберегающие технологии и другие методы повышения энергоэффективности в таких странах, как США, Китай, Россия и страны Евросоюза.

Основная часть статьи состоит из трех основных разделов, в каждом из которых отдельно описывается и анализируется состояние энергопотребления, уровень эффективности использования энергоресурсов, применяемые законы и нормативные документы в области энергосбережения, а также используемые способы повышения энергоэффективности для следующих территорий: Китай, США и страны Евросоюза, Россия.

**Анализ эффективности энергосбережения и методов повышения уровня эффективности использования энергоресурсов в Китае.** В настоящее время, Китай является страной с самым высоким потреблением энергоресурсов в мире, одновременно, страной с самым быстрым ростом количества потребляемой энергии. Так, например, согласно «Среднесрочному плану по энергосбережению», принятому КНР в 2004 году, на период до 2010 года ставилась цель увеличения энергопотребления до 2,4 млрд. тонн условного топлива, а целью до 2020 года являлось энергопотребление 3 млрд. тонн условного топлива. Однако, уже в 2010 году энергопотребление превысило 3,25 млрд. тонн условного топлива, что подтверждает очень быстрый и неуклонный рост энергопотребления в Китае [7].

Китай имеет около 13% мировых запасов угля, а разведанные запасы природного газа и нефти, наоборот, относительно невелики, что делает экономически выгодным и оправданным использование в качестве основного вида топлива именно, создающий в Китае массу экологических проблем, уголь. Но, следует отметить, что Китай в последние годы придает большое значение использованию чистой энергии. На основании данных бюро статистики КНР, на рисунке 1 представлена структура производства энергии в Китае 2010 года и 2018 года, соответственно.

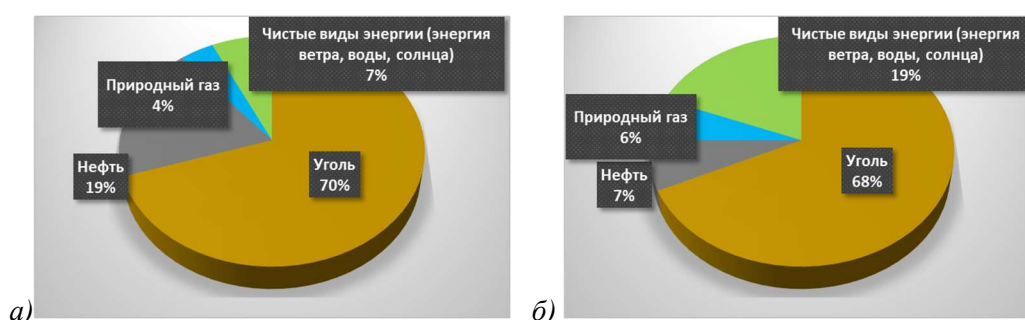


Рис. 1. Структура производства энергии КНР: а) 2010 год; б) 2018 год

Видно, что в 2010 году большую часть энергетического комплекса Китая занимают такие традиционные энергоресурсы, как нефть и каменный уголь, а более чистые энергоресурсы занимают незначительную часть – суммарно всего около десятой части от общего количества [8].

Однако, в действиях правительства Китая прослеживается четкая тенденция на разработку и увеличение использования более чистых энергоресурсов. Так, к 2018 году в общей структуре производства энергии уже значимую долю заняли чистые и возобновляемые энергетические

ресурсы. По сравнению с 2010 годом доля природного газа увеличилась в полтора раза (на 2 %) и достигла 6 % от общих показателей, доля нефти снизилась более чем в 2 раза до 7 %, а производство чистой энергии более чем удвоилось до 19 % от общего объема производства энергии. Все это показывает, что была проделана огромная работа в области энергетики, что положительно

сказывается на энергосбережении и в строительной сфере, поскольку часть вырабатываемых чистых энергоресурсов используется именно в строительном секторе. На основании данных Статистического Ежегодника мировой энергетики [6] в таблице 1 представлена более подробная структура использования энергоресурсов в 2017 году некоторыми странами, в том числе Китаем.

Таблица 1

### Международный рейтинг и структура потребления первичной энергии 2017 г.

Страна или территория	Общее потребление первичной энергии, млн. тнэ	Доля потребления энергии, %					
		нефть	газ	уголь	атомная энергетика	гидроэнергетика	возоб. источники
Китай	3132.2	19.4	6.6	60.4	1.8	8.3	3.4
США	2234.9	40.9	28.4	14.9	8.6	3.0	4.2
ЕС	1689	38.2	23.8	13.9	11.1	4.0	9.0
Индия	753.7	29.5	6.2	56.3	1.1	4.1	2.9
Россия	698.3	21.9	52.3	13.2	6.6	5.9	0.0
Канада	348.7	31.1	28.5	5.3	6.3	25.8	3.0
Германия	335.1	35.8	23.1	21.3	1.4	1.3	13.4

Из таблицы 1 видно, что Китай больше других стран использует уголь и, сравнительно, мало использует природный газ и атомную энергетику. В то же время, использование возобновляемых источников энергии вполне сравнимо с мировыми показателями. Кроме того, естественно, что страна с самым большим энергопотреблением в мире обладает самым большим потенциалом к энергосбережению. Китай имеет хорошую возможность использовать альтернативные источники энергии, активно применяя энергию ветра на севере и собирая солнечную энергию на юге. КНР также обладает ресурсами для использования геотермальной энергии и гидроэнергетики. Использование альтернативной энергетики также способствует позитивному развитию китайской экономики. Страна активно ищет способы получения дополнительной энергии и одновременно снижает уровень загрязнения окружающей среды. Для этой цели идеален способ разработки и использования альтернативных источников энергии.

Одним из методов стимулирования и контроля применения энергосберегающих технологий в строительстве является создание соответствующих строительных норм. К настоящему времени Китай создал достаточное количество собственных строительных нормативов. Они делятся на стандарты для проектирования, реконструкции, строительства и оценки зданий. Кроме того, они также классифицируются по типу здания – общественные, жилые, промышленные здания. Существуют отдельные стандарты для каждой климатической зоны. Китайские нормативы

для оценки разделяют здания на энергосберегающие и «зеленые». В соответствии с китайскими нормативными документами, энергоэффективные здания должны превосходить национальные стандарты строительства для традиционных зданий, а «зеленые» здания, кроме этого, должны экономить ресурсы, уменьшать загрязнение окружающей среды и обеспечивать повышенное качество воздушной среды здания для создания благоприятного воздействия на работоспособность и здоровье людей. Кроме того, энергосберегающие и «зеленые» здания должны удовлетворять и не противоречить другим принятым национальным стандартам.

Так, например, наиболее новым нормативом, используемым для оценки новых строящихся и существующих жилых и общественных энергоэффективных зданий, является «GB-T 50668-2011 Стандарт оценки энергоэффективных зданий». Система оценки показателей энергосберегающего здания включает в себя шесть разделов: архитектурное планирование, ограждающие конструкции, системы ОВК, водоснабжение и водоотведение, электричество и освещение, внутренняя среда. Кроме того, существует два вида оценки здания: на стадии проектирования – предварительная оценка, после завершения строительства – строительная оценка. При строительной оценке добавляется седьмой раздел – оценка управлением хозяйственной деятельностью. Итогом проведения оценки является получение одного из трех уровней энергоэффективности, среди которых А – самый низкий, а ААА – самый высокий.

Наиболее новым нормативом, используемым для оценки гражданских «зеленых» зданий, является «GB-T 50378-2019 Стандарт оценки зеленых зданий», который является переизданным изданием аналогичного норматива 2014 года с повышением требований. Система индексов оценки «зеленых» зданий включает пять типов показателей: безопасность и долговечность, здоровье и комфорт, удобство проживания, уровень ресурсосбережения и комфортность окружающей среды. Каждый показатель имеет обязательные и дополнительные требования для получения баллов. При удовлетворении обязательным требованиям каждого показателя, зданию присваивается начальный класс энергосбережения. Затем, при условии удовлетворения

дополнительным требованиям, и наборе зданием более 60, 75, 80 из 100 возможных баллов, зданию, соответственно, присваивается одна, две или три звезды, где три звезды – наивысший уровень. Оценка «зеленого» здания также бывает предварительной и строительной.

Главной особенностью строительной оценки и энергосберегающего, и «зеленого» здания в Китае является допущение ее проведения только спустя минимум 1 год после введение здания в эксплуатацию. Результатом проведения строительной оценки является выдача сертификата полученного уровня. Примеры китайского сертификата «зеленого» здания представлены на рис. 2.



Рис. 2. Общий вид китайского сертификата «зеленого» здания

Применение же конкретных энергоэффективных технологий в Китае при строительстве здания начинается с принятия проектных решений. Наиболее часто применяемые энергоэффективные технологии Китая представлены в таблице 2. Так, считается, что этап проектирования может быть даже более важным, чем сам процесс строительства, поскольку ошибки или недостатки, допущенные в процессе проектирования, будет трудно или вовсе невозможно исправить после завершения строительства [9]. Вместе с проектными решениями к пассивным энергосберегающим технологиям относится усиление теплоизоляционной защиты здания, сутью которой является использование строительных, теплоизоляционных материалов с низким показателем теплопроводности. Для достижения максимального эффекта теплоизоляции здания рекомендуется также использовать современные энергоэффективные двери и стеклопакеты. Активные энергосберегающие технологии в основном связаны с повышением показателей основных узлов

систем теплоснабжения и отопления, а также использованием систем рекуперации, систем сбора и повторного использования дождевой воды, систем энергоэффективного освещения, включающее LED освещение и датчики движения. Кроме того, большое практическое значение имеет использование интеллектуальной системы контроля за зданием, которая позволяет контролировать и управлять всеми инженерными технологиями в здании, а также помогает анализировать собранные данные. К новым технологиям энергосбережения можно отнести использование солнечной энергии, посредством установки солнечных батарей и коллекторов, с целью получения тепла или холода, выработки электричества. Для выработки электрической энергии также возможно использование энергии ветра, посредством сбора ее путем установки как малых, так и больших ветряков. Достаточно широкое применение в Китае нашла технология «теплового насоса», применяемая для получения тепловой энергии из низкопотенциальных источников

энергии. В настоящее время, в Китае наибольшее распространение получили тепловые насосы

двух типов, подразделяемые в зависимости от используемой среды: типа вода-вода и типа воздух-земля [10].

Таблица 2

### Энергоэффективные технологии, применяемые в Китае

Традиционные технологии		Новые технологии
Пассивные технологии	Активные технологии	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Проектные решения: выбор местоположения, концепция самого здания, ориентация здания, форма здания, планировка здания, использование естественного освещения, использование естественной вентиляции, подбор энергоэффективных материалов, выбор основного источника энергии и вспомогательного;</li> <li>– Усиление теплоизоляционной защиты здания: использование энергоэффективных строительных материалов с улучшенными характеристиками, включая использование энергоэффективных дверей и окон.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Система теплоснабжения - повышение эффективности передачи энергии и снижение потерь тепла;</li> <li>– Система охлаждения - выбор агрегатов с более высоким COP и IPLV;</li> <li>– Система рекуперации;</li> <li>– Система повторного использования дождевой воды;</li> <li>– Система освещения с использованием LED освещения и датчиков движения;</li> <li>– Интеллектуальная система контроля - используется для мониторинга, управления, сбора и анализа данных обо всех инженерных системах зданий.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Использование солнечной энергии;</li> <li>– Использование энергии ветра;</li> <li>– Использование геотермальной энергии (включая технологию «теплового насоса»).</li> </ul>

Таким образом, Китай является ярким примером того, как при активном развитии экономики, за короткий срок можно достигнуть серьезных успехов и в области энергосбережения.

**Анализ эффективности энергосбережения и методов повышения уровня эффективности использования энергоресурсов в США и Европе.** Страны Европы и Соединенные Штаты Америки первые в мире начали уделять особое внимание проблеме энергосбережения, поэтому, на сегодняшний день, западные страны считаются наиболее передовыми и развитыми в

области разработки и применения мер по повышению уровня энергоэффективности. Это находит подтверждение и в мировом рейтинге стран по энергоэффективности, опубликованному в конце 2018 года Американским советом по энергоэффективной экономике (ACEEE) [11]. Общий рейтинг стран по энергоэффективности 2018 года представлен в таблице 3. Большинство лидирующих позиций в рейтинге занимают именно страны Европы, США заняли 10 место.

Таблица 3

### Мировой рейтинг энергоэффективности стран, 2018 год

Страна	Балл	№	Страна	Балл	№	Страна	Балл	№
Германия	75.5	1	США	55.5	10	Россия	34.5	21
Италия	75.5	1	Мексика	54	12	Тайланд	29	22
Франция	73.5	3	Ю. Корея	52.5	13	ЮАР	23.5	23
Великобритания	73	4	Польша	51	14	ОАЭ	18	24
Япония	67	5	Индия	50.5	15	Саудовская Аравия	16.5	25
Испания	65.5	6	Турция	50	16			
Нидерланды	65	7	Индонезия	45	17			
Китай	59.5	8	Австралия	40.5	18			
Тайвань	57	9	Украина	38	19			
Канада	55.5	10	Бразилия	36.5	20			



В странах Европы и США также большое распространение получили не просто энергоэффективные здания, а «зеленые здания», которые по западным нормам отличаются повышенными требованиями по безопасности и негативного воздействия на окружающую среду, должны спо-

собствовать улучшению комфорта жизни человека, а также учитывать интересы будущих поколений [12]. Западные страны первые в мире создали строительные нормы для «зеленых» зданий. Карта наиболее известных мировых норм для оценки «зеленых» зданий представлена на рис. 3



Рис. 3. Карта мировых норм оценки «зеленых» зданий



Рис. 4. Уровни энергосбережения систем: а) BREEAM; б) LEED

В Европе и Соединенных Штатах были сделаны следующие выводы: основным элементом потерь энергии является необоснованное потребление энергии зданиями. Именно в зданиях возможна унификация энергосберегающих технологий. Для достижения этой цели в Европе и Соединенных Штатах основная роль заключается не в исследовании и создании новых технологий, а в создании строгого законодательства, системы стандартизации и мониторинга результатов [15]. Кроме того, на Западе, в отдельном штате или городе могут существовать свои собственные дополнительные программы развития и стимулирования использования энергосберегающих технологий. Например, в США 27 штатов имеют свои собственные климатические планы, 839 городов США подписали соглашение мэров по защите климата и приняли план по сокращению выбросов углекислого газа на 50 % к 2030 году [16]. В Европе требования к зданиям продолжают расти, принимаются новые и более строгие законодательные меры, включая запрет на строительство зданий с высоким потреблением энергии. Отметим, что большой успех энергосбережения в Европе связан с нехваткой собственных энергоресурсов и высокой ценой на коммунальные услуги, что заставляет экономить энергоресурсы. Кроме того, страны Европы и США вложили

много денег в изучение мер по энергосбережению. Таким образом, западные страны уже накопили большой опыт и знания в сфере энергосбережения, большинство энергосберегающих технологий созданы в Европе и США, поэтому будет логичным ориентироваться на их опыт.

Кроме создания и исполнения строго законодательства, на западе существует и поощрительный метод стимулирования энергосбережения [17]. Хорошим примером является опыт Германии в повышении энергоэффективности в жилищном строительстве. Германия ежегодно выделяет субсидии на реконструкцию зданий с использованием энергосберегающих технологий. Для домовладельцев, которые планируют отремонтировать свои дома для улучшения своих тепловых характеристик, предусматривается снижение налоговой нагрузки на 20 %, выдача банковских кредитов с более низкими процентными ставками. Другие страны имеют аналогичные механизмы. Например, в Швейцарии инвесторы, которые вкладывают средства в строительство зданий с низким энергопотреблением, могут получить правительственный грант в размере 50 000 евро. Во Франции все жильцы домов, сданных до 1977 года, решившие утеплить здание, могут получить скидку и снижение налоговой ставки на 40 %. На рис. 5 представлен график

изменения структуры мощностей энергосистемы Европы с 2004 по 2015 год (по данным аналитического центра компании «Газпром Энергохолдинг») [18]. Увеличение использования альтернативных источников энергии в структуре европейской энергетической системы подтверждает высокую эффективность политики, способствующей использованию энергосберегающих технологий.

В Соединенных Штатах правительство также активно поддерживает программы энергосбережения. Каждый год правительство США инвестирует в финансирование программ энерго-

сбережения, реализуемых Министерством энергетики США и Агентством по охране окружающей среды. Например, в Соединенных Штатах существует программа помощи для поддержки малообеспеченных семей в экономии энергии. Суть, которой заключается в том, что государственные производители ремонтных работ заменяют отопительное и вентиляционное оборудование для семей с низкими доходами по ценам гораздо ниже рыночных. Годовое финансирование этой программы превышает 300 миллионов долларов США. С 1976 года, в рамках реализации данной программы, 7 миллионов семей с низкими доходами получили помощь.

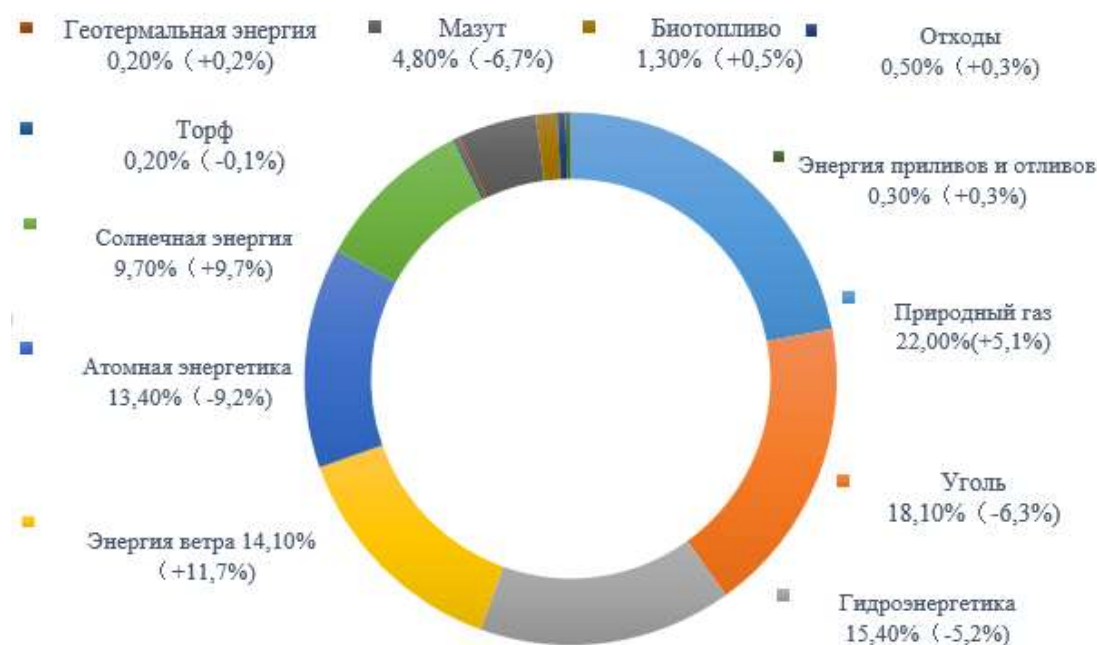


Рис. 5. Изменение структуры энергосистемы Европы с 2004 по 2015 год

В целях повышения энергоэффективности, развития возобновляемых источников энергии и обеспечения надежного энергоснабжения каждый штат в Соединенных Штатах имеет свою собственную государственную энергетическую программу, а на протяжении уже более 30 лет штаты США совместно финансируют энергетические программы и налаживают сотрудничество с правительством и социальным капиталом. Кроме того, Министерство энергетики США предоставляет дополнительные средства штатам для поддержки лучших энергосберегающих проектов на конкурсной основе. В некоторых штатах домовладелец может получить ссуду под низкий процент для повышения энергоэффективности своего дома.

Таким образом, бурное развитие энергосберегающих технологий в Европе и Америке во многом обусловлено решительной поддержкой государства. Даже когда первоначальные эконо-

мические показатели (исключая механизмы поддержки) более чем на 50 % хуже, чем у традиционных технологий, государственная поддержка может сделать использование энергосберегающих технологий более привлекательным.

**Анализ эффективности энергосбережения и методов повышения уровня эффективности использования энергоресурсов в России.** Российская Федерация также является одной из стран с самым высоким энергопотреблением в мире. По данным Статистического ежегодника мировой энергетики [6] в 2018 году Россия заняла четвертое место в мире с потреблением 800 млн. тнэ. за год. Карта мирового потребления энергии представлена на рис. 6. Кроме того, большинство зданий, сегодня находящихся в эксплуатации в России, являются объектами с низким уровнем энергоэффективности [19]. Таким образом, проблема энергосбережения является очень актуальной для Российской Федерации.

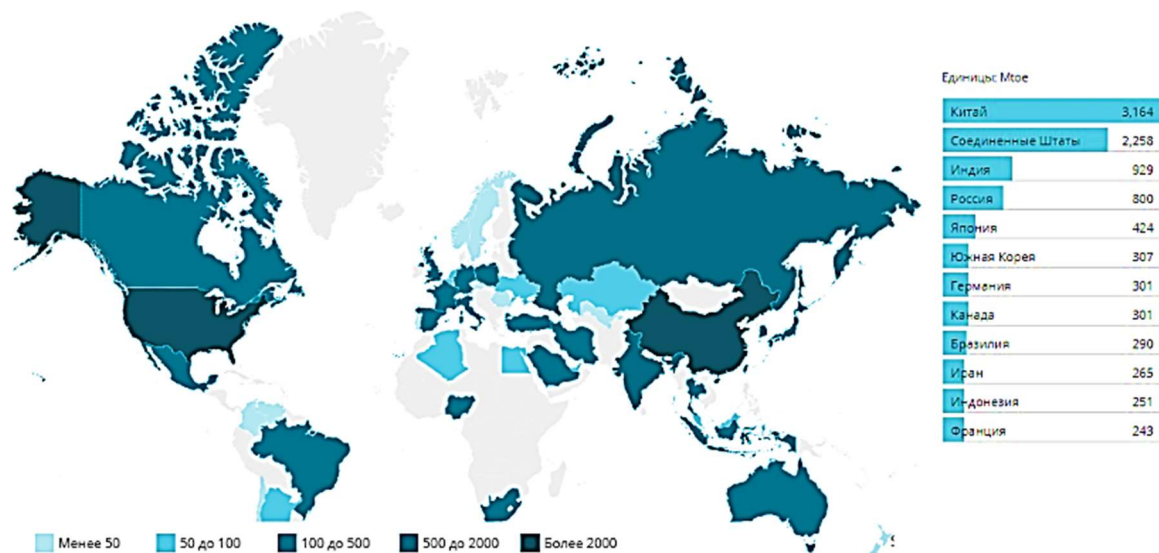


Рис. 6. Мировая карта потребления энергии

Хотя энергосберегающие технологии становятся все более популярными и развитыми во всем мире, в России они до сих пор не получают должного внимания [20]. Относительно энергоэффективных зданий, в настоящее время, в России используется следующая классификация: рейтинг энергоэффективности здания представлен латинскими буквами A++, A+, A, B+, B, C+, C, C-, D, E, где «A++» представляет наивысший

рейтинг, «С» обозначает обычный уровень, а «Е» выражает низший уровень (таблица 4). Эта классификация впервые была опубликована в «СНиП 23-02-2003», переиздана с доработками в «СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий» и является наиболее используемой. Кроме того, именно эта классификация используется в настоящее время при получении энергетического паспорта здания в РФ.

Таблица 4

**Классификация энергоэффективных зданий РФ**

Класс	Название	Разница, %	Примечание
Для новых и реконструированных зданий			
A++	Высочайший	≤ -60	Экономическое стимулирование
A+	Высочайший	-50/-60	
A	Оч. высокий	-40/-50	Мероприятия не разрабатываются
B+	Высокий	-30/-40	
B	Высокий	-15/-30	
C+	Нормальный	-5/-15	
C	Нормальный	+5/-5	
C-	Нормальный	-15/+5	
При эксплуатации существующих зданий			
D	Низкий	+15,1/+50	Реконструкция при экономическом обосновании
E	Оч. низкий	≥ +50	Реконструкция при экономическом обосновании или снос

Следует отметить, что в 2011 году в России была создана новая «Рейтинговая система для оценки устойчивости среды обитания СТО НО-СТРОЙ 2.35.4-2011». Требования рейтинговой системы направлены на сокращение потребления энергетических ресурсов, использование нетрадиционных, возобновляемых и вторичных энергетических ресурсов, рационального водопользования, снижение вредных воздействий на окружающую среду в процессе строительства и эксплуатации здания, включая придомовую территорию, при обеспечении комфортной среды оби-

тания человека и адекватной экономической рентабельности архитектурных, конструктивных и инженерных решений [21]. Стандарт ввел концепцию «экологической устойчивости», которая имеет то же значение, что и концепция «sustainability in building», принятая международными стандартами (ISO). Устойчивость среды обитания в этой системе оценивается набором из десяти основных категорий (табл. 5). Каждая категория представлена группой требований, определяющих суммарное количество баллов за каждую категорию. В зависимости от суммарного балла за все категории присваивается уровень



энергосбережения, соответственно: А – 520...650; В – 420...519; С – 340...419; D – 260...339; E – 170...259; F – 100...169; G – 0...99. В целом же норматив разработан, опираясь на опыт стандартов оценки «зеленых» зданий в западных странах и является хорошим примером

грамотного использования зарубежного опыта. Однако, обязательное применение именно данной системы оценки, до сих пор, не имеет законодательного подтверждения в России.

Таблица 5

### Категории оценки устойчивой среды обитания

№	Категория	Балл	Долевая нагрузка, %
1	Комфорт и качество внешней среды	70	10.8
2	Качество архитектуры и планировки объекта	60	9.2
3	Комфорт и экология внутренней среды	86	13.3
4	Качество санитарной защиты и утилизации отходов	25	3.9
5	Рациональное водопользование	40	6.1
6	Энергосбережение и энергоэффективность	120	18.5
7	Применение альтернативной и возобновляемой энергии	60	9.2
8	Экология создания, эксплуатации и утилизации объекта	64	9.8
9	Экономическая эффективность	65	10
10	Качество подготовки и управления проектом	60	9.2

Несмотря на то, что энергоэффективное строительство в России все еще находится на экспериментальном уровне, есть и определенные успехи. Так, по данным Фонда содействия рефор-

мированию ЖКХ, к 2019 году в 37 регионах России с использованием энергосберегающих технологий было построено 154 энергоэффективных многоквартирных дома (рис. 7) [22].



Рис. 7. Карта энергосберегающих многоквартирных домов РФ

Данные дома построены в рамках реализации Федерального Закона №185 от 21.07.2007, сутью которого является создание и государственное финансирование Фонда содействия реформированию ЖКХ, который в свою очередь при строительстве новых и реконструкции старых жилых домов будет внедрять энергосберегающие технологии.

Карта энергосберегающих домов на рисунке 7 включает только дома, построенные при поддержке Фонда содействия реформированию ЖКХ, и не включает никакие другие: частные

дома, общественные здания, принадлежащие частным организациям и т.д. В России не существует законодательной базы, регламентирующей необходимость открытой публикации информации, связанной с энергоэффективными зданиями. В связи с этим, информации об энергосберегающих зданиях в РФ критически мало, что осложняет изучение проблем и перспектив сферы энергосбережения в России. У России нет большого опыта практического применения энергосберегающих технологий, поэтому ис-

пользование мер повышения энергоэффективности в нашей стране, в большей степени, ограничивается перенятием, сравнительно простых и уже получивших достаточно широкое применение на западе, технологий.

Кроме того, стоит отметить, что работа в сфере энергосбережения в России ведется хаотично, спонтанно и непродуманно, сохраняется острый недостаток грамотной законодательной базы на государственном уровне. Так, например, наиболее важные статьи Федерального закона №261 «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности» от 23.11.2009, были аннулированы и утратили свою силу к 2014 году. Государственная программа «Энергоэффективность и развитие энергетики», принятая в 2018 и рассчитанная до 2024 года, не имеет прямого отношения к энергоэффективным технологиям, а в большей степени затрагивает вопросы транспортировки нефтепродуктов, газа и электроэнергии. Национальный проект «Экология» от 2018 года также не затрагивает напрямую проблемы энергосбережения, а главным образом курирует вопрос снижения вредных выбросов в атмосферу путем эффективного обращения с мусором, ликвидируя несанкционированные свалки.

Таким образом, в сфере энергосбережения и повышения уровня энергоэффективности России сохраняется достаточно большое количество, мешающих развитию, препятствий. Это слабая развитость законодательной базы; отсутствие системы жесткого контроля за соблюдением, успевших уже устареть, строительных норм; относительно низкие требования, заложенные в строительных нормативах; относительно высокая цена на использование энергосберегающих технологий; отсутствие системы мотивации повышения энергоэффективности и энергосбережения и др. Возможно, слабое внимание вопросам энергосбережения вызвано недостатком времени нашей стране для наработки собственного опыта в данной сфере. Так, после распада СССР и до 2000-х годов в нашей стране была тяжелая политическая ситуация, затем, до 2010-х годов, условно, наша страна была занята восстановлением экономики. Кроме того, наличие большого количества разведенных запасов традиционных полезных ископаемых также не стимулирует развитие энергосбережения в России. И все же, в последнее десятилетие в России стали появляться, пусть небольшие, но собственные и долгожданные успехи в области энергосбережения. Кроме того, не стоит забывать, что энергосберегающие технологии не могут напрямую показать экономические выгоды, но они имеют значительные социальные и экологические преимущества.

**Выводы.** Таким образом, к настоящему времени, с целью стимулирования и поддержания повышения уровня эффективности использования энергоресурсов в России, на основе изложенного выше мирового опыта и базовых принципов энергосбережения, можно сформулировать следующие предложения:

Разработать новую, простую и понятную, отвечающую современным требованиям, государственную программу по энергосбережению и повышению энергоэффективности, включающую в себя конкретные задачи, постановку требований по применению энергосберегающих технологий, в том числе в строительстве, обозначающую четкие целевые показатели энергосбережения для каждого региона страны. Обеспечить выполнение программы в каждом субъекте Российской Федерации, путем создания жесткой системы контроля и ответственности за выполнение и соблюдение всех ее требований. Назначить ответственных в каждом регионе за реализацию всей программы в целом, а также ее отдельных разделов.

Создать новые или пересмотреть существующие строительных нормативы, с учетом типа здания и различных климатических зон, с жестким повышением (по сравнению с существующим уровнем) требований к характеристиками строительных конструкций, общему потреблению энергии зданием и уровню энергоэффективности. Обеспечить на законодательном уровне строгий контроль за соблюдением требований новых стандартов при реальном проектировании и строительстве. Создать систему наказаний за нарушение требований строительных норм. Обеспечить на законодательном уровне пересмотр требований нормативов и их переиздание с определенной периодичностью. С целью реализации данных мероприятий логичным будет создание государственной рабочей группы – комиссии, состоящей из российских ученых, действующих инженеров и проектировщиков, работающих в сфере строительства и ЖКХ.

Ввести запрет на строительство зданий с высоким энергопотреблением по причине низкого уровня энергоэффективности. Ввести на законодательном уровне необходимость получения энергетического паспорта с уровнем энергосбережения не ниже среднего для новых строящихся зданий. Кроме того, на законодательном уровне провести переход от стратегии наименьших материальных затрат на строительство здания к стратегии расчета стоимости всего жизненного цикла здания, включая его эксплуатацию и снос.

Кроме создания жесткой законодательной системы контроля повышения уровня энергоэф-

фektivности, создать систему поощрения, с целью стимулирования использования энергосберегающих технологий как физическими, так и юридическими лицами. Предлагается: обеспечить государственное субсидирование и пониженную кредитную ставку на покупку энергосберегающего оборудования и материалов; произвести снижение налоговой ставки для компаний и физических лиц, самостоятельно повышающих уровень энергосбережения собственных объектов недвижимости; ввести повышенный налоговый вычет за покупку энергосберегающих материалов и оборудования, после применения которых результатом явилось действительное снижение расхода энергии; снижение ставки НДС или освобождение от налогообложения средства, используемые на повышение энергоэффективности жилого фонда.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гайдарь Н.С. Проблемы энергоэффективного строительства в РФ. Электронный научно-практический журнал «Молодежный научный вестник». 2018. №8.
2. Коршунова Л.А. Кузьмина Н.Г. Кузьмина Е.В. Проблемы энергосбережения и энергоэффективности в России // Известия Томского политехнического университета. 2013. №6. С. 22–25.
3. 张建云. 绿色建筑节能设计技术途径探析 // 散装水泥, 2019, 201(04): 13–16.
4. Schleich J. Energy efficient technology adoption in low-income households in the European Union – What is the evidence? Energy Policy. 2019 No. 125. Pp. 196–206.
5. 袁闪闪, 徐伟, 汤亚军. 欧盟建筑节能标准及发展趋势研究 // 暖通空调, 2015, 45(10): 55–59.
6. Word Energy Consumption Statistics [Электронный ресурс] Систем. требования: Internet Explorer. URL: <https://yearbook.enerdata.net/total-energy/world-consumption-statistics.html> (дата обращения: 27.04.2020)
7. 统计局: 我国去年能源消费量达32.5亿吨标煤 // 中国石油和化工, 2011, 78(3): 78.
8. 崔民选. 中国能源发展报告(2010) // 社会科学文献出版社, 2010.
9. 宫晓洁. 绿色建筑设计理念在工业建筑设计中的体现 // 建材与装饰, 2018, (6): 128.
10. 洪宸. 可再生能源在建筑设计中的利用 // 技术与市场, 2015 (9): 147–148.
11. Castro-Alvarez F., Vaidyanathan S., Bastian H. and King J. The 2018 International Energy Efficiency Scorecard [Электронный ресурс] Систем. требования: AdobeAcrobatReader. URL: [www2.aceee.org/1/310911/2018-06-25/2v164b](http://www2.aceee.org/1/310911/2018-06-25/2v164b) (дата обращения: 27.04.2020)
12. Muhammad Shahzad Aslam, Beijia Huang, Lifeng Cui. Review of construction and demolition waste management in China and USA. Journal of Environmental Management Volume. 2020. №264.
13. Ozge S. Analyzing the compliance and correlation of LEED and BREEAM by conducting a criteria-based comparative analysis and evaluating dual-certified projects. Building and Environment, 2019, №147. Pp. 158–170.
14. Official website of German Sustainable Building Council. [Электронный ресурс] Систем. требования: Internet Explorer. URL: <https://www.dgnb.de/en>. (дата обращения: 27.04.2020)
15. Amro M., Hind M., David A. Blind spots in energy transition policy: Case studies from Germany and USA. Energy Reports. 2019. No. 5. Pp. 20–28.
16. Fernando deLlano-Paz, Anxo Calvo-Silvosa, Susana Iglesias Antelo. The European low-carbon mix for 2030: The role of renewable energy sources in an environmentally and socially efficient approach. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2015. No. 48. Pp. 49–61.
17. Joachim Schleich. Energy efficient technology adoption in low-income households in the European Union – What is the evidence? Energy Policy. 2019. No. 125. Pp. 196–206.
18. Шеина С.Г., Пирожникова А.П. Тенденции развития альтернативной энергетики в странах мира и России. Инженерный вестник Дона, 2016, №3. [Электронный ресурс]. Систем. требования: AdobeAcrobatReader. URL: <http://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2016/3720> (дата обращения: 27.04.2020)
19. Гушин С.В., Куроптев А.С. Концепция энергоэффективного многоквартирного дома в климатических условиях ЦФО // VII Международный молодежный форум «Образование, Наука, Производство». Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. 2015. С. 1269–1274.
20. Башмаков И. А. Энергоэффективность зданий в России и в зарубежных странах // Энергосбережение. 2015. №3. С. 24–30.
21. Зеленое строительство. Рейтинговая система оценки устойчивости среды обитания. СТО НОСТРОЙ 2.35.4-2011. Москва: ООО Издательство «БСТ», 2011.

22. Об энергоэффективности в ЖКХ [Электронный ресурс] Систем. требования: Internet Explorer. URL: [https://fondgkh.ru/napravleniya-](https://fondgkh.ru/napravleniya-deyatelnosti/energoeffektivnost-v-zhkhkh/o-energoeffektivnosti-v-zhkhkh/)

[deyatelnosti/energoeffektivnost-v-zhkhkh/o-energoeffektivnosti-v-zhkhkh/](https://fondgkh.ru/napravleniya-deyatelnosti/energoeffektivnost-v-zhkhkh/o-energoeffektivnosti-v-zhkhkh/) (дата обращения: 27.04.2020)

*Информация об авторах*

**Гущин Сергей Васильевич**, магистрант. E-mail: [gushchin-s262@yandex.ru](mailto:gushchin-s262@yandex.ru). Харбинский политехнический университет. Китай, 150001, Харбин, район Наньган, ул. Сидачжи, д. 92.

**Семиненко Артем Сергеевич**, кандидат технических наук, доцент кафедры Теплогазоснабжения и вентиляции. E-mail: [seminenko.as@bstu.ru](mailto:seminenko.as@bstu.ru). Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

**Shen Chao**, кандидат технических наук, доцент института Архитектуры. E-mail: [chaoshen@hit.edu.cn](mailto:chaoshen@hit.edu.cn). Харбинский политехнический университет. Китай, 150001, Харбин, район Наньган, ул. Сидачжи, д. 92.

*Поступила 07.04.2020*

© Гущин С.В., Семиненко А.С., Shen С., 2020

<sup>1</sup>*Gushchin S.V.*, <sup>2,\*</sup>*Seminenko A.S.*, <sup>1</sup>*Shen Chao*

<sup>1</sup>*Harbin Institute of Technology*

<sup>2</sup>*Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhova*

<sup>\*</sup>*E-mail: seminenko.as@bstu.ru*

## GLOBAL TRENDS IN THE DEVELOPMENT OF ENERGY-SAVING TECHNOLOGIES

**Abstract.** *The need to provide heat, hot water and electricity are the basic needs of society, and throughout the history of mankind, they form the greatest demand for energy resources. In the modern world, energy consumption by countries all over the world is constantly increasing; it's creating new problems such as lack of energy resources, their rise in price, depletion of energy sources, environmental threats, and others. In connection with the problem of saving, rational and efficient use of energy resources and huge energy losses in the construction industry, this article considers world experience of application of energy-saving technologies and other measures to improve energy efficiency, analyzes the current situation in the field of energy saving in Russia. Prerequisites to the study of energy efficiency problems are considered, state of energy consumption and energy saving in China, USA, some EU countries and Russia is analyzed, the world experience of application ways of energy efficiency improving at the state level is considered. The problems and historical background that hinder the development of Russia in the field of energy saving are discussed. Specific proposals to improve energy efficiency in Russia have been put forward based on an analysis of international experience.*

**Keywords:** *energy consumption, energy saving, energy efficiency, energy-saving technologies, energy efficient construction, green construction, energy strategy*

### REFERENCES

1. Gaidar N.S. Problems of energy-efficient construction in the Russian Federation [Problemy` e`nergoe`ffektivnogo stroitel`stva v RF]. Electronic scientific and practical journal «Youth Scientific Herald». 2018. No. 8. (rus)

2. Korshunova L.A. Kuzmina N.G. Kuzmina E.V. Problems of energy conservation and energy efficiency in Russia [Problemy` e`nergoberezheniya i e`nergoe`ffektivnosti v Rossii]. News of Tomsk Polytechnic University. 2013. No. 6. Pp. 22–25. (rus)

3. Zhang Jianyun. Analysis on the technical approach of green building energy-saving design. Bulk Cement. 2019. No. 4. Pp. 13–16.

4. Schleich J. Energy efficient technology adoption in low-income households in the European

Union – What is the evidence? Energy Policy. 2019 No. 125. Pp. 196–206.

5. Yuan Shanshen, Xu Wei, Tang Yajun. Research on EU building energy efficiency standards and development trends. HVAC. 2015. No. 10. Pp. 55–59.

6. World Energy Consumption Statistics. Internet Explorer. URL: <https://yearbook.enerdata.net/total-energy/world-consumption-statistics.html> (date of treatment: 27.04.2020)

7. Statistics Bureau of China: China's energy consumption last year reached 3.25 billion tons of standard coal. China Petroleum and Chemical Industry. 2011. No. 3. Pp. 78.

8. Cui Minxuan. China Energy Development Report (2010). Social Sciences Literature Press, 2010.



9. Gong Xiaojie. Embodiment of green building design concept in industrial building design. *Building Materials and Decoration*, 2018. No. 6. Pp. 128.
10. Hong Chen. Use of renewable energy in architectural design. *Technology and Market*. 2015. No. 9. Pp. 147–148.
11. Castro-Alvarez F., Vaidyanathan S., Bastian H., King J. The 2018 International Energy Efficiency Scorecard. Adobe Acrobat Reader. URL: [www2.aceee.org/l/310911/2018-06-25/2v164b](http://www2.aceee.org/l/310911/2018-06-25/2v164b) (date of treatment: 27.04.2020)
12. Muhammad Shahzad Aslam, Beijia Huang, Lifeng Cui. Review of construction and demolition waste management in China and USA. *Journal of Environmental Management Volume*. 2020. №264.
13. Ozge S. Analyzing the compliance and correlation of LEED and BREEAM by conducting a criteria-based comparative analysis and evaluating dual-certified projects. *Building and Environment*, 2019, №147. Pp. 158–170.
14. Official website of German Sustainable Building Council. Internet Explorer. URL: <https://www.dgnb.de/en>. (date of treatment: 27.04.2020)
15. Amro M, Hind M, David A. Blind spots in energy transition policy: Case studies from Germany and USA. *Energy Reports*. 2019. No. 5. Pp. 20–28.
16. Fernando de Llano-Paz, Anxo Calvo-Silvosa, Susana Iglesias Antelo. The European low-carbon mix for 2030: The role of renewable energy sources in an environmentally and socially efficient approach. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2015. No. 48. Pp. 49–61.
17. Joachim Schleich. Energy efficient technology adoption in low-income households in the European Union – What is the evidence? *Energy Policy*. 2019. No. 125. Pp. 196–206.
18. Sheina S.G., Pirozhnikova A.P. Trends in the development of alternative energy in the world and Russia [Tendencii razvitiya al'ternativnoj energetiki v stranah mira i Rossii]. *Inzhenernyj vestnik Dona*. 2016. No. 3. . URL: <http://www.ivdon.ru/magazine/archive/n3y2016/3720> (date of the application: 27.04.2020) (rus)
19. Gushchin S.V., Kuroptev A.S. The concept of energy-efficient apartment building in the climatic conditions of the Central Federal District [Konceptiya e`nergoe`ffektivnogo mnogokvartirnogo doma v klimaticheskix usloviyax CzFO]. VII Mezhdunarodnyj molodezhnyj forum «Obrazovanie, Nauka, Proizvodstvo». Belgorodskij gosudarstvennyj tekhnologicheskij universitet im. V.G. Shuhova. 2015. Pp. 1269–1274. (rus)
20. Bashmakov I.A. Energy efficiency of buildings in Russia and in foreign countries [E`nergoe`ffektivnost` zdaniy v Rossii i v zarubezhny`x stranax]. *Energy Saving*, 2015. No. 3. Pp. 24–30. (rus)
21. Green building. Rating system for assessing the sustainability of the environment [Zelenoe stroitel'stvo. Rejtingovaya sistema ocenki ustojchivosti sredy` obitaniya]. STO NOSTROY 2.35.4-2011. Moscow: Publishing House «BST», 2011. (rus)
22. About energy efficiency in housing and utilities [Ob e`nergoe`ffektivnosti v ZHKKH] Internet Explorer. URL: <https://fondgkh.ru/napravleniya-deyatelnosti/energoeffektivnost-v-zhkkh/o-energoeffektivnosti-v-zhkkh/> (date of the application: 27.04.2020) (rus)

#### Information about the authors

**Gushchin, Sergei V.** Master student. E-mail: [gushchin-c262@yandex.ru](mailto:gushchin-c262@yandex.ru). Harbin Institute of Technology. China, 150001, Harbin, Nangang district, st. Xidazhi, 92.

**Seminenko, Artem S.** PhD, Assistant professor. E-mail: [seminenko.as@bstu.ru](mailto:seminenko.as@bstu.ru). Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov. Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

**Chao, Shen.** PhD, Assistant professor. E-mail: [chaoshen@hit.edu.cn](mailto:chaoshen@hit.edu.cn). Harbin Institute of Technology. China, 150001, Harbin, Nangang district, st. Xidazhi, 92.

---

*Received 07.04.2020*

#### Для цитирования:

Гущин С.В., Семенов А.С., Шен С. Мировые тенденции развития энергосберегающих технологий // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2020. № 5. С. 31–43. DOI:10.34031/2071-7318-2020-5-5-31-43

#### For citation:

Gushchin S.V., Seminenko A.S., Shen C. Global trends in the development of energy-saving technologies. *Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov*. 2020. No. 5. Pp. 31–43. DOI:10.34031/2071-7318-2020-5-5-31-43