**СОДЕРЖАНИЕ**

[Введение 3](#_Toc507610773)

[1. Теоретические аспекты «зеленого» строительства 6](#_Toc507610774)

[1.1. История и принципы «зеленого» строительства в России и мире 6](#_Toc507610775)

[1.2. Международные стандарты «зеленого» строительства 15](#_Toc507610776)

[1.3. Реализованные проекты «зеленого» строительства в мире 20](#_Toc507610777)

[2. Особенности «зеленого» строительства в России 25](#_Toc507610778)

[2.1. Российские стандарты «зеленого» строительства 25](#_Toc507610779)

[2.2. Проекты «зеленого» стандарта, реализованные на территории Московской области 29](#_Toc507610780)

[2.3. Перспективы «зеленого» строительства в Москве 37](#_Toc507610781)

[Заключение 44](#_Toc507610782)

[Список использованных источников 46](#_Toc507610783)

[Приложение 51](#_Toc507610784)

# Введение

В настоящее время во всём мире активно развиваются города, увеличивается объём отходов, потребление энергии и ресурсов. И если раньше отношение к природе со стороны людей было не бережным, потребительским, то уже сегодня у большинства появляется желание жить с ней в гармонии, и при строительстве зданий и сооружений максимально стремятся сэкономить ресурсы, повысить энергоэффективность и снизить негативное воздействие на окружающую среду со стороны человека. Стремление снизить негативное воздействие на окружающую природу дало толчок развитию нового вида домостроения, которое получило название «зеленое» строительство.

Считается, что основной причиной глобального потепления является технический прогресс. Техносферная деятельность человека приводит к росту содержания в атмосфере парниковых газов за счет все большего сжигания топлива, что является фактором, повышающим температуру. Климатические аномалии провоцируют социальные катаклизмы. Важнейшей задачей на современном этапе является снижение глобальных рисков и повышение безопасности людей. Эффективным инструментом повышения устойчивости среды обитания является строительства «зеленых» зданий.

Строительство также пагубно влияет на все природные комплексы. Эта отрасль выступает одной из основных потребителей энергии и ресурсов, кроме того производит 35% всех выбросов углекислого газа. Однако, новые технологии и современные материалы сегодня позволяют строить здания, которые не наносят вреда ни жильцам, ни окружающей среде. Основная идея – использование экологически чистых компонентов и энергоэффективных установок, чем обусловлена актуальность выбранной темы.

Целью данной работы является исследование перспектив зеленого строительства в Москве и Московской области.

Исходя из поставленной цели в рамках данной работы предполагается решение следующих задач:

- изучение истории и принципов «зеленого» строительства в России и мире;

- рассмотрение международных стандартов «зеленого» строительства;

- оценка реализованных проектов «зеленого» строительства в мире;

- анализ российских стандартов «зеленого» строительства;

- исследование проектов «зеленого» строительства, реализованные на территории Московской области;

- анализ перспектив «зеленого» строительства в Москве.

Объектом исследования в работе выступает Москва и Московская область.

Предметом исследования в работе выступает «зеленое» строительство.

В данной работе были использованы следующие работы в области исследования развития «зеленого» строительства: Асаула А. Н., Иванова С. Н., Астафьевой О.Е., Байдина О.В., Бенужа А.А., Гужовой О.А., Правдиной В.А., Гусевой Т. В., Молчановой Я. П., Аверочкина Е. М., Потаповой Л. Г., Вартаняна М. А., Кондрачука О.Е., Петренко Я.И., Корниенко С.В., Поповой Е.Д., Крыгиной А.М., Лекаревой Н.А., Мишлановой М.Ю., Михайловой М.К., Семашкиной Д.О., Советникова Д.О., Молчановой Я. П., Вартанян М. А., Аверочкина Е. М., Носова С.П., Антипова О.А., Ремизова А.Н., Теличенко В.И., Чернявского О.С., Трубаева П.А., Шаповалова С.М. и др.

Теоретической и методологической основой данного исследования стали труды ведущих отечественных и зарубежных специалистов, раскрывающие проблемы и направления совершенствования проектов «зеленого» строительства в России и в мире.

В работе использовались нормативно-правовые акты Российской Федерации, регламентирующие реализацию «зеленого» строительства - стандарты, материалы научных конференций и семинаров по изучаемой тематике, материалы периодических изданий, а также информация официальных сайтов в сети Интернет.

Структура работы представлена введением, двумя главами, заключением и списка использованных источников. Первая глава посвящена раскрытию теоретических аспектов «зеленого» строительства: истории и принципов, а так же международных стандартов. Вторая глава направлена на исследование особенностей «зеленого» строительства в России на примере Москвы и Московской области, определении перспектив развития «зеленого» строительства.

# 1. Теоретические аспекты «зеленого» строительства

## 1.1. История и принципы «зеленого» строительства в России и мире

В настоящее время во всём мире активно развиваются города, увеличивается объём отходов, потребление энергии и ресурсов. И если раньше отношение к природе со стороны людей было не бережным, потребительским, то уже сегодня у большинства появляется желание жить с ней в гармонии, и при строительстве зданий и сооружений максимально стремятся сэкономить ресурсы, повысить энергоэффективность и снизить негативное воздействие на окружающую среду со стороны человека. Стремление снизить негативное воздействие на окружающую природу дало толчок развитию нового вида домостроения, которое получило название «зеленое» строительство.

Зеленое строительство – это вид строительства, где используются экологические ресурсы в течение всего жизненного цикла здания: от подготовки площадки для проектирования, дальнейшего строительства, эксплуатации, технического обслуживания, ремонта здания до его сноса[[1]](#footnote-1).

Другими словами, зеленый дизайн здания включает в себя нахождение баланса между строительством домов и окружающей средой. Это требует тесного сотрудничества проектной команды, архитекторов, инженеров и клиента на всех этапах проекта. Практика «Зелёного строительства» расширяет и дополняет классическое здание дизайном, экономичностью, долговечностью и комфортом[[2]](#footnote-2).

Учитывая, что на сегодняшний день новые технологии постоянно развиваются, в практике создания экологических структур появляется всё больше методов, общая цель которых уменьшить воздействие антропогенной среды на здоровье человека и окружающую среду. К таким методам относят: эффективное использование энергии, воды и других ресурсов; защита здоровья людей и улучшения производительности рабочих; сокращение отходов, загрязнения и деградации окружающей среды.

К основным задачам зелёного строительства на сегодняшний день относят:

- Сокращение неблагоприятного воздействия на состояние здоровья человека и состояние окружающей среды на протяжении всего строительного цикла. Это достигается за счёт применения новых технологий и навыков;

- Создание новых промышленных продуктов;

- Нахождение способов повышения эффективности работы энергосистем;

- Создание новых рабочих мест в сфере интеллектуальной продукции;

- Снижение затрат на содержание зданий[[3]](#footnote-3).

Важной особенностью зеленого строительства в настоящее время является возможность экономии электроэнергии.

Здание, построенное в соответствии с зелеными технологиями, является энергоэффективным. Применяются альтернативные, безопасные в экологическом плане источники. Наибольшую популярность среди них получили ветровые и солнечные источники энергии.

Однако, опыт эксплуатации показал, что ветровые источники энергии являются недостаточно эффективными и с их помощью можно выработать только такое количество энергии, которой достаточно лишь для работы минимального количества лампочек, и это при скорости ветра более 5 м/сек, а при скорости ветра менее 4 м/сек. практически ничего не вырабатывается.

В связи с этим ветровые источники энергии использовать в «чистом виде» нецелесообразно, в крайнем случае их можно использовать в тандеме с солнечными панелями, поэтому наиболее эффективным способом энергосбережения является использование солнечных панелей.

Солнечная панель — несколько объединённых фотоэлектрических преобразователей (фотоэлементов) — полупроводниковых устройств, прямо преобразующих солнечную энергию в постоянный электрический ток, в отличие от солнечных коллекторов, производящих нагрев материала-теплоносителя.

Солнечные батареи могут иметь различные размеры: от самых маленьких, например, встраиваемых в аккумуляторы телефонов, до размеров, занимающих крыши машин или сооружений.

О «зеленом строительстве» впервые заговорили в 70-х годах XX века в США и европейских государствах. Первые демонстрационные здания, отличающиеся высокой энергоэффективностью, появились в 1975 году.

Первый стандарт экологически чистого строительства, был принят в 1990 году в Великобритании, он получил название BREEAM. Через два года в США был принят свой стандарт, регламентирующий строительство «зеленых» зданий EnergyStar[[4]](#footnote-4).

В конце XIX и начале XX веков основным материалом для производства солнечных панелей был селен, однако, ввиду его крайне низкого КПД, селену быстро стали искать замену. Сегодня для массового производства солнечных батарей используют кремний. Первое, с чего начинается производство таких панелей - это подготовка сырья, которая включает в себя два процесса. Сначала проводят высокотемпературное плавление и синтез, во время данного процесса добавляются различного рода химические вещества, в результате чего кремний очищается до 99,99%. После очистки кремния, изготавливают тонкие пластины, которые проходят тщательное тестирование и при положительных результатах отправляются на следующий этап производства.

На втором этапе из пластин изготавливают секции, из которых в процессе формуются блоки. Секции, как правило, формируют из 9 или 10 солнечных элементов, а блоки – из 4 или 6 секций.

На последнем этапе изготовления солнечных батарей в блоки монтируется алюминиевая рама и соединительная коробка. По окончанию изготовления, солнечные панели проходят тщательное тестирование, которое включает: измерение показателей тока короткого замыкания, тока и напряжения как максимальной мощности, так и холостого хода.

В США, в общем числе новостроек доля «зеленых» зданий составляет – почти 20%. В государствах Евросоюза, в сфере «зеленого» строительства примерно такие же показатели. Нужно отметить, что в развитых странах число таких зданий постоянно растет.

Во всем мире мощным толчком для «зеленого» строительства и развития «зеленых» технологий стали:

- глобальное потепление;

- необходимость экономного использования энергетических ресурсов планеты;

- растущий уровень загрязнения окружающей среды.

Анализируя зелёное строительство, можно понять, что эксплуатация экологических зданий по сравнению с традиционными является более выгодной с экономической точки зрения. Так:

1. Затраты на электроэнергию снижаются минимум на 25 %;

2. Снижаются затраты на водоснабжение, так как потребление воды уменьшается на 30 %;

3. В таких домах используются современные средства контроля и управления имеющимися системами, за счёт чего снижаются затраты на содержание здания;

4. Увеличенная текущая чистая выручка;

5. Здания, построенные на основе использования альтернативных источников энергии, позволяют сохранить здоровье людей, проживающих или работающих внутри них;

6. Себестоимость Зелёных домов отличается от стоимости традиционных не более чем на 4 % .

Подводя итог, хотелось бы отметить, что зелёное строительство сегодня является достаточно популярным и если раньше данное словосочетание было никому неизвестным, то уже сегодня население является достаточно грамотным в этой области. Хотелось бы верить, что за солнечными батареями стоит будущее и уже скоро для содержания домов, промышленных предприятий, телефонов, планшетов и других новейших технологий мы сможем использовать альтернативные источники энергии, не оказывая вреда окружающей природе.

«Зеленое» строительство развивается по многим направлениям. Активно разрабатываются и внедряются в современную практику инновационные решения зданий с низким энергопотреблением.

Непрерывно совершенствуются элементы «зеленых» зданий — «зеленые» крыши и «зеленые» фасады.

Формируется экоустойчивая архитектура города. Чрезвычайно важное практическое значение имеет повышение энергоэффективности при термореновации гражданских зданий и их фасадных систем. Для более полного и точного учета потребительских качеств зданий разрабатываются новые системы рейтинговой оценки устойчивости среды обитания[[5]](#footnote-5).

Указанные аспекты «зеленого» строительства отражены в многочисленных зарубежных и отечественных публикациях. Однако в настоящее время отсутствует анализ направленности работ и систематизация данных по строительству «зеленых» зданий. Это делает актуальной задачу определения вектора развития «зеленого» строительства в России и за рубежом.

Практика строительства «зеленых» зданий расширяет и дополняет классическое строительное проектирование понятиями полезности, экономии, долговечности и комфорта.

Несмотря на постоянное совершенствование энергосберегающих технологий, основной идеей строительства «зеленых» зданий является повышение устойчивости среды обитания (sustainable development), что достигается сокращением общего влияния застройки на окружающую среду и здоровье человека (см. рисунок 1.1).



Рисунок 1.1 – Ключевые аспекты «зеленого» строительства

Развитие «зеленого» строительства идет по пути улучшения архитектурно-конструктивных решений, повышения качества внутренней среды, совершенствования методов оценки энергетических характеристик зданий, снижения стоимости строительства, повышения эффективности инженерного оборудования зданий.

«Зеленые» здания смягчают эффект «тепловых островов» (heat island effect) за счет выравнивания температуры поверхностей зданий в городской среде.

В настоящее время в зарубежных странах и в России активно развивается концепция строительства «зеленых» зданий с нулевым энергопотреблением.

Здание с нулевым энергопотреблением (zero-energy building, ZEB) — высокоэнергоэффективное здание, способное на месте вырабатывать энергию из возобновляемых источников и потреблять её в равном количестве в течение года. Если количество вырабатываемой энергии меньше потребляемой, такое здание называется зданием с почти нулевым энергопотреблением (near zero-energy building, nZEB).

Важным элементом теплозащитной оболочки «зеленого» здания является «зеленая» крыша (green roof). Это многослойная ограждающая конструкция, состоящая из железобетонной плиты покрытия (с разуклонкой из цементно-песчаного раствора), основного слоя водоизоляционного ковра, теплоизоляции из экструдированных пенополистирольных плит, разделительного слоя из геотекстиля, дренажного и фильтрующего слоев, почвенного слоя, растительного слоя[[6]](#footnote-6).

В зависимости от вида растительного слоя озеленение крыш можно разделить на интенсивное и экстенсивное. При интенсивном озеленении, основанном на использовании высоких растений с развитой корневой системой (сада на крыше), может потребоваться массивный почвенный слой толщиной до 1 м; такая крыша требует, как правило, постоянного ухода садовников. Экстенсивно озеленённые крыши, напротив, не требуют систематического ухода, а для размещения растений требуется минимальный слой почвы или компоста. По сравнению с «интенсивными» крышами «экстенсивные» крыши имеют более простое конструктивное решение.

Основными преимуществами озелененных крыш являются:

- смягчение эффекта «тепловых островов» (heat island effect) за счет выравнивания температуры поверхностей; в летнее время увеличение площади «зеленых» крыш может существенно снизить среднюю температуру целого города;

- сокращение затрат на отопление здания в холодный период года благодаря высокому сопротивлению теплопередаче конструкции; здания с «зеленой» крышей приближаются к стандартам пассивного дома;

- сокращение затрат на охлаждение и климатизацию зданий в теплый период года за счет увеличения массы конструкции, а также благодаря естественному испарению влаги;

- существенное уменьшение загрязненности воздуха и обогащение его кислородом, что, в свою очередь, повышает комфортные условия проживания в городе и сокращает число аллергических и астматических заболеваний;

- повышение акустического комфорта за счет дополнительного поглощения городского шума, при этом почвенный слой поглощает преимущественно низкочастотный звук, а растительный слой — высокочастотный;

- уменьшение количества влаги, попадающей в ливневую систему канализации в виде атмосферных осадков; покрытия с озеленением очищают дождевую воду, в том числе и от тяжелых металлов[[7]](#footnote-7).

Основным недостатком озелененных крыш можно считать большую начальную стоимость по сравнению с обычной крышей. Строительство «зеленых» крыш существенно усложняет конструкцию. При реконструкции и термической реновации зданий существуют ограничения по дополнительной нагрузке на существующий остов здания от веса озелененного покрытия. Для многих видов растений актуальной проблемой является сохранение постоянной влажности почвенного слоя, и как следствие — обеспечение надежной защиты здания от влаги. Применение дополнительных слоев (разделительного, дренажного, фильтрующего и др.) приводит к удорожанию строительства.

Актуальной проблемой в области гражданского строительства является применение современных энергосберегающих и экологически безопасных технологий. Одним из эффективных путей решения данной проблемы является озеленение фасадов и крыш для регулирования температуры и влажности в зданиях. Их преимущество — формирование здорового образа жизни в больших городах, прежде всего, за счет поглощения пыли, сокращения уровня шума и защиты строительных ограждающих конструкций от атмосферных воздействий.

Эффект повышения уровня теплоизоляции фасадных систем обеспечивается благодаря:

- снижению потерь теплоты через отдельные ограждающие конструкции и теплозащитную оболочку здания в целом, что позволяет сократить количество потребляемой тепловой энергии;

- улучшению теплового комфорта в помещениях вследствие уменьшения интенсивности лучистого и конвективного теплообмена на внутренней поверхности ограждений;

- снижению загрязненности окружающей среды ввиду сокращения выбросов вредных веществ в атмосферу.

Озеленение фасадов (green facades) способствует смягчению теплового режима городской застройки посредством затенения, испарительного охлаждения и тепловой изоляции.

## 1.2. Международные стандарты «зеленого» строительства

Высокая востребованность «зеленого» строительства» в мире объясняется, прежде всего, социальной направленностью в сочетании с такими важнейшими факторами, как существенные уменьшения уровней использования энергетических и материальных ресурсов на всем протяжении жизненного цикла здания:

- от проектирования, строительства, эксплуатации и утилизации;

- инженерно - технических энергосберегающих решений;

- использование возобновляемых источников энергии путем интегрирования солнечной, ветровой, био - и термоэнергии; применение экологичных строительных материалов с повышенными свойствами энергосбережения.

Для оценки качественных и количественных характеристик комфортности и энергоэффективности конкретных строений разработаны и введены специальные добровольные системы сертификации «зеленых» зданий. В настоящее время известны около 50 рейтинговых систем оценки уровня проектных решений, строительства (соответствия построенных зданий проектной документации на стадии приемки) и эксплуатационных качеств.

Наиболее распространенными и используемыми международными стандартами считаются британский BREEAM (BRE Environmental Assessment Method), созданный в 1990 г., американский LEED (Leadership in Energy and Environmental Design), принятый в 1998 г., немецкий DGNB (Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen), применяющийся с 2009 г.

Оценка стандарта BREEAM имеет следующие категории:

- «Сертифицировано» (Pass);

- «Сертифицировано с оценкой «хорошо» (Good);

- «Сертифицировано с оценкой «очень хорошо» (Very Good);

- «Сертифицировано с оценкой «отлично» (Excellent);

- «Наивысшая степень сертификации» (Outstanding)[[8]](#footnote-8).

Система BREEАM служит примером удачной концепции, эффективно реализующей защиту окружающей среды от человеческой деятельности за счет удовлетворения интересов всех участников рынка без привлечения международного или местного права в качестве карательного инструмента. Система применяется как для новых, так и эксплуатируемых объектов. Особенностью системы оценки BREEAM является методика присуждения баллов по нескольким разделам, касающихся различных аспектов безопасности жизнедеятельности, влияния на окружающую среду и комфорта. Баллы умножаются на весовые коэффициенты, отражающие актуальность аспекта в месте застройки, затем суммируются и переводятся в результирующую рейтинговую оценку. Здания, сертифицированные по стандарту «BREEAM», обеспечивают минимальное загрязнение окружающей

среды, высокий уровень экологической безопасности для проживающих в них людей, эксплуатацию таких построек сопровождает профессиональный экологический менеджмент. Системы BREEAM включают в себя следующие категории: управление, здоровье и социальное благосостояние, энергетика, транспорт, водообеспечение, материалы, отходы, эффективное управление застраиваемых территорий и экология, борьба с загрязнением окружающей среды.

Система LEED была разработана в 1993 году «Американским советом по зеленым зданиям» как стандарт для проектов энергоэффективных, экологических и «устойчивых» зданий для осуществления перехода строительной индустрии к проектированию, строительству и эксплуатации таких зданий. LEED может эффективно применяться как к коммерческой, так и к жилой недвижимости, и включает оценку всех этапов работы над проектом – проектирование, постройка, отделка, подбор арендатора и модификация. Стандарт LEED состоит из шести разделов:

- Прилегающая территория;

- Эффективность использования водных ресурсов;

- Энергия и атмосфера здания;

- Материалы и ресурсная база;

- Качество внутреннего воздуха;

- Новые стратегии в проекте и инновации.

Все разделы содержат разное количество требований, за которые оцениваемый проект получает зачетные баллы. Система устроена так, что, не продумав или пропустив хотя бы одно требование, соискатель сертификата не сможет его получить из-за несоответствия стандарту. Итоговый сертификат определяется общей суммой этих баллов по гибкой сертификационной шкале и имеет несколько градаций.

Стандарт LEED предусматривает энергоэффективность и экологичность здания.

Сертификация производится по 100 - бальной шкале и состоит из 4 - х уровней:

- «Сертифицировано» (Certified);

- «Серебро» (Silver);

- «Золото» (Gold);

- «Платина» (Platinum).

Наивысшая оценка – от 80 баллов[[9]](#footnote-9).

Главное важнейшее отличие указанных двух систем выступает непосредственно процесс сертификации здания. Так оценщики BREEAM несут ответственность за сбор и аудит документации, а так же формирование отчета, направляемого в BRE Global, который проводит проверку отчета и выдает сертификат.

Для LEED подтверждающая документация формируется с помощью проектной команды и направляется напрямую в USGBC, где она оценивается на предмет соответствия стандарту. Модель управления каждой из систем так же имеет существенные отличия. Так BREEAM финансируется за счет лицензионных сборов, полученных от организаций-оценщиков, а так же проектными взносами, тогда как LEED частично финансируется благодаря проектным сборам, а так же поддержке Совета по экологическому строительству США. Обе схемы имеют много общего и есть все основания полагать, что здание, получившее высокий рейтинг по BREEAM получит хорошую оценку по LEED. Минимальные требования к зданиям в LEED строже, что позволяет BREEAM, в свою очередь, быть более гибкой системой. Оба стандарта ориентированы на результат – т.е. они не предписывают технологии или материалы, а предлагаю показатель, который должен быть достигнут проектной командой в процессе развития проекта.

Сравнение перечисленных стандартов по перечню критерий представлено в приложении 1.

Стандарт DGNB учитывает все важные аспекты «зеленого» строительства. Все критерии стандарта разделены на шесть разделов: функциональное и социально – культурное качество, техническое качество, экономика, экология, расположение, управление процессом. Значимость каждой категории влияет на ее значение в суммарной оценке здания. По итогам сертификации объекта по стандарту DGNB можно получить сертификат одного из уровней: «Сертифицирован», «Золото», «Серебро», «Бронза».

Деятельность рейтинговых систем координируется Международным комитетом по «зеленным» зданиям (Green Building Council). За последние десятилетия в мире сертифицировано более 25 % зданий по «зеленым» стандартам.

Сертификация по «зеленым» стандартам значительно повышает конкурентоспособность проектируемых и построенных объектов, снижает издержки и делает их привлекательными для инвесторов.

К одним из наиболее известных «зеленых»» строений за рубежом отнесены здания Калифорнийской Академии наук в г. Сан - Франциско (США), построенные и сертифицированные в соответствии с требованиями стандарта BREEAM и получившие высшую оценку. Особенностью этих построек является:

- зеленая кровля, защищающая от перегрева солнечными потоками, что улучшает климат внутри помещения;

- альтернативные источники энергии, спроектированные в виде решеток из стекла и стали, содержащие 60 000 фотоэлектрических панелей мощностью 220 кВт\*ч электроэнергии в год;

- экологически чистые строительные и отделочные материалы;

- датчики мониторинга углекислого газа в помещениях[[10]](#footnote-10).

Другим примером «зеленого» строительства, сертифицированного по стандарту LEED, может служить штаб - квартира «Дойче - банка» - Green Towers (Германия). «Зеленые башни» высотой 155 м после реконструкции стали одним из самых экологичных небоскребов в мире. Высокие показатели эколгогичности достигнуты путем:

- снижения тепловых потерь зимой на 60 % за счет установки новых двухкамерных с улучшенной изоляцией;

- генерации электричества за счет установки энергоэффективных лифтов в зависимости от нагрузки и направления движения и подачи обратно в энергосеть;

- снижения водопотребления на 40 % за счет вторичного использования дождевой воды и бытовых сточных вод после очистки для смыва в туалетах и системах наружного полива;

- 50 % необходимой горячей воды нагревается за счет использования альтернативных источников энергии в виде солнечных коллекторов, а излишки нагретой воды направляются в систему отопления.

## 1.3. Реализованные проекты «зеленого» строительства в мире

Рассмотрим примеры реализованных проектов «зеленого» строительства за рубежом.

В 2013 году в Германии было введено в эксплуатацию первое административное здание с нулевым энергопотреблением. Двухэтажное здание расположено в Берлине и спроектировано таким образом, чтобы суммарный годовой расход энергии был ниже, чем поступления от возобновляемых источников энергии. В статье (авторы F. Ascione, N. Bianco, O. Böttcher, R. Kaltenbrunner и G.P. Vanoli) приведены результаты первого года эксплуатации здания[[11]](#footnote-11). Фактический суммарный годовой расход электрической энергии близок к проектным данным. Однако мониторинг здания показал существенное расхождение между ожидаемым и измеренным значениями потребления электроэнергии по отдельным показателям: на отопление и горячее водоснабжение (+172%), вентиляцию (−36%), освещение (−33%), инженерное оборудование и вспомогательные нужды (−14% и −13% соответственно). Для исследования причин этих отклонений, а также в целях дальнейшего улучшения энергетических характеристик здания была разработана численная модель, откалиброванная различными способами. Средняя систематическая ошибка между наблюдаемыми и моделируемыми энергетическими характеристиками составляет менее ±2% для всех рассматриваемых видов использования энергии. По результатам наблюдений и моделирования установлено хорошее согласование, как по энергетическим потребностям системы кондиционирования, так и по изменению температуры воздуха в помещении в течение отопительного и охладительного периодов года. Выявленные отклонения в потреблении электрической энергии связаны, главным образом, с особенностями исследуемого здания и поведением людей. Полученные результаты позволяют предложить меры, нацеленные на дальнейшее сокращение энергопотребления зданий.

Авторы M. Foustalieraki, M.N. Assimakopoulos, M. Santamouris и др. исследовали энергетические характеристики среднемасштабной «зеленой» крыши двухэтажного офисного здания в Афинах (Греция) и оценили эффект сокращения «тепловых островов» в городской среде за счет выравнивания температуры на поверхности конструкции. В ходе исследования были выполнены измерения температуры и влажности в холодный период года. Показано, что применение «зеленых» крыш способствует значительному выравниванию температуры на поверхности конструкции[[12]](#footnote-12).

Кроме того, с помощью компьютерной программы EnergyPlus выполнено численное моделирование теплового состояния крыш, на основании которого установлено, что дневная температура воздуха в некондиционируемом помещении уменьшается на 1,1 K летом и увеличивается на 0,7 K в течение типичного зимнего дня. Годовая экономия потребления энергии в здании составляет 15,1%.

Известно, что эффект «тепловых островов» в урбанизированной среде обусловлен более высокими температурами наружных поверхностей зданий, в частности крыш. Устройство «зеленых» крыш способствует выравниванию температуры на внешней поверхности и существенному сокращению потребления энергии. Авторами статьи Y.-Y. Huang, C.-T. Chen, Y.-C. Tsai выполнена оценка влияния гидропонных покрытий «зеленых» крыш на амплитуду колебаний температуры и теплового потока[[13]](#footnote-13). Гидропоника — это способ выращивания растений на искусственных средах без почвы. Исследовались такие факторы как толщина слоя воды, типы растений и питательной среды. Эксперименты проведены в Тайчжуне, третьем по величине городе Тайваня, в условиях субтропического климата. Результаты показали, что для обеспечения эффективной работы гидропонного покрытия достаточно иметь слой воды толщиной около 10 см. Комбинация растительности и гидропонного покрытия приводит к снижению температуры на поверхности крыши на 3…5 К, при этом амплитуда колебания теплового потока уменьшается на 16% по сравнению с крышей без растительности. Тип растений не влияет на амплитуду колебаний температуры и теплового потока. Показано, что применение твердого гидропонного покрытия является более сложным с точки зрения монтажа и обслуживания крышной системы

Цель работы (авторы P. Karachaliou, M. Santamouris и H. Pangalou) заключалась в исследовании теплового состояния и эффективности использования энергии интенсивно озелененной крыши в высокоэнергоэффективном офисном здании в Афинах, Греция[[14]](#footnote-14). На основе экспериментальных и теоретических исследований установлено, что температура на поверхности «зеленой» крыши на 15 K ниже по сравнению со стандартной конструкцией. Растения, имеющие низкую поглощающую способность солнечного излучения, дают значительно более низкую температуру на поверхности крыши. Температура на поверхности растительного слоя повышается под влиянием температуры окружающего воздуха.

Используя методы численного моделирования установлено, что указанный тип «зеленых» крыш уменьшает среднюю температуру в некондиционированном здании на 0,7 K, существенно снижая потребность на отопление и охлаждение зданий.

Авторы A.L.S. Chan и T.T. Chow исследовали энергетические и экономические характеристики «зеленых» крышных систем под воздействием меняющихся климатических условий в Гонконге. Для проверки компьютерной модели был установлен экспериментальный фрагмент «зеленой» крыши в офисном здании. Используя программу EnergyPlus, было выполнено численное моделирование теплового режима с оценкой теплофизических характеристик конструкции под воздействием различных климатических условий в течение трех прогнозируемых периодов (2011–2030, 2046–2065 и 2080–2099) и двух «сценариев эмиссии» (SRA1B и SRB1)[[15]](#footnote-15). Результаты показывают, что комбинация более толстого слоя почвы, небольшой толщины растительного покрова и более высокого индекса поверхности листвы (LAI) обеспечивает лучший тепловой эффект изоляции конструкции. На основе экономической оценки показано, что период окупаемости «зеленой» крыши составляет примерно 10 лет. Применение крыш с зеленым покрытием позволяет снизить воздействия меняющегося климата.

Жаркий и засушливый климат в ОАЭ создает дискомфортные условия проживания и пребывания в зданиях вследствие значительного перегрева помещений, что делает актуальной проблему улучшения энергетических характеристик строительных систем. Авторы M. Haggag, A. Hassan и S. Elmasry провели исследование «зеленых» фасадов с целью уменьшения температуры внутреннего воздуха[[16]](#footnote-16). Была экспериментально изучена конструкция стены с озеленением, установленная на фасаде строящейся школы. Результаты эксперимента показали, что днем в июле «зеленый» фасад может обеспечить среднюю температуру на 5 К ниже по сравнению со стеной без озеленения, улучшая энергетические характеристики здания и снижая нагрузку на охлаждение.

# 2. Особенности «зеленого» строительства в России

## 2.1. Российские стандарты «зеленого» строительства

В России применяются следующие международные системы сертификации: LEED (Leadership in Energy and Environmental Design, «Руководство в энергетическом и экологическом проектировании», США) и BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method, «Метод оценки экологической эффективности от Исследовательского института строительства», Великобритания). Известен также DGNB (Deutsche Gesellschaft fur Nachhaltiges Bauen, «Совет устойчивого строительства Германии»)[[17]](#footnote-17).

Разработано несколько российских систем, в том числе ГОСТ Р 54964-2012 «Оценка соответствия. Экологические требования к объектам недвижимости», признанный государством как национальный стандарт зеленого строительства. Большое значение для рынка имеет и национальный стандарт СТО НОСТРОЙ 2.35.4-2011 «Зеленое строительство. Здания жилые и общественные. Рейтинговая система оценки устойчивости среды обитания».

Развивается и имеет большое будущее международный стандарт «Пассивный дом» (Passive House), разработанный в Германии. В зависимости от количества набранных при сертификации баллов проекту присваивается рейтинг в системе оценок зеленого строительства LEED и BREEAM. BREEAM In-Use является схемой оценки экологического воздействия для нежилых зданий. Все объекты, сертифицированные по BREEAM и BREEAM In -Use, а также их рейтинг приведены на международном сайте www.greenbooklive.com и могут служить гидом для будущих арендаторов, заботящихся об экологичности своих офисов[[18]](#footnote-18).

ГОСТ Р 54964-2012 «Оценка соответствия. Экологические требования к объектам недвижимости» разработан совместно НП «Центр экологической сертификации - зеленые стандарты», ФГБУ «Центральное бюро информации Минприроды России», Национальным объединением строителей (НОСТРОЙ) и НП «АВОК». Требования ГОСТ Р 54964-2012 основаны на нормах Российской Федерации (ГОСТы и СНиПы), а также стандартах систем BREEAM и LEED[[19]](#footnote-19).

Перечень объектов в России, сертифицированных по системе BREEAM, представлен в таблице 2.1.

Таблица 2.1. - Объекты в России, сертифицированные по системе BREEAM

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Название** | **Город** | **Рейтинг/ баллы** | **Схема сертифи­кации** | **Деве- лопер** | **Стадия** | **Оценщик** |
| Бизнес-центр | Москва | Очень | Offices, | Hines | Завершено | Mott |
| «Дукат Плейс III» |  | хорошо / 56,48 % | Europe |  |  | MacDonald Ltd |
| Бизнес-центр «Дукат Плейс | Москва | Хорошо / 41,13 % | In-Use, Part I | Sponda Oyj | Эксплуата­ция. Годен до | HTA Architects |
| II» |  |  |  |  | 02.02.2013 | Ltd |
| Бизнес-центр | Москва | Хорошо / | In-Use, | Japan | Эксплуата- | NAI Becar |
| «Японский |  | 40,92 % | Part I | House | ция. Годен до |  |
| дом» |  |  |  |  | 19.01.2013 |  |

Перечень объектов в России, сертифицированных по системе LEED, представлен в таблице 2.2.

Таблица 2.2 - Объекты в России, сертифицированные по системе LEED

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Название** | **Город** | **Рейтинг/баллы** | **Схема** | **Владелец** |
|  |  |  | **оценки** |
| Штаб-квартира «Дойче | Москва | Золотой / 50 | LEED-CI | Deutsche Bank |
| банка» |  |  | v2009 |  |
| Производство | Кимры | Серебряный / | LEED-NC | Hamilton Standard |
| «Хамильтон Стандарт - |  | 69 | v2009 | - Nauka |
| Наука» |  |  |  |  |
| Завод концерна SKF | Тверь | Золотой/ - | LEED-NC 2.2 | SKF |
| Штаб-квартира | Москва | Золотой/ 77 | LEED-CI | Siemens Russia |
| компании «Сименс» |  |  | v2009 |  |

Объекты в России, заявленные на сертификацию по системе LEED представлены в таблице 2.3.

Таблица 2.3. - Объекты в России, заявленные на сертификацию по системе LEED

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Название** | **Город** | **Баллы** | **Схема оценки** | **Владелец** |
| «Баркли - парк» | Москва | 77 | LEED-CS v2009 | Barkli |
| Офис Bovis Lend Lease | Москва | 50 | LEED-CI v2009 | Bovis Lend Lease |
| Бизнес-центр «Дукат | Москва | - | LEED EB O&M | - |
| Плейс III» |  |  |  |  |
| Экоофис | Сколково | 50 | LEED-NC v2009 | E2 |
| Офис FUDES | Москва | 77 | LEED-CI v2009 | FUDES, LLC |
| Торговый центр | Санкт- | 78 | LEED-CS v2009 | Briz Construction |
| «Галерея» | Петербург |  |  | Company LLC |
| «Калужский» | Москва | - | LEED-CS 2.0 | - |
| «Марс» | Ульяновск | 73 | LEED-EB:OM v2009 | MARS LLC |
| Офисный и бизнес­ | Москва | 50 | LEED-CS v2009 | MEBE Development |
| центр MEBE Plaza |  |  |  | LLC |
| Офисное здание | Санкт- Петербург | 78 | LEED-NC v2009 | OOO Lider |
| Глобальный | Москва | 50 | LEED-NC | Oriflame Products LLC |
| дистрибьюторский |  |  | v2009 |  |
| центр Oraflame |  |  |  |  |
| Технополис | Санкт- | 78 | LEED-CS v2009 | Technopolis Oyj |
| «Пулково», 2-й этап | Петербург |  |  |  |
| Тренировочный центр | Санкт- Петербург | 78 | LEED-CI v2009 | MES of North-West |
| «VTB Арена-парк» | Москва | 77 | LEED-NC v2009 | CJSC VTB Arena |

Как указано в Концепции долгосрочного социально-экономического развития РФ, Россия должна изменить свою сырьевую направленность в мировом товарообороте к 2020 г. Определенным стимулом для развития инновации является разработка стратегии «Инновационного развития РФ». Стимулирование инновационной деятельности является главным фактором повышения конкурентоспособности национальной продукции на мировом рынке и повышение ее технологического потенциала. Государство выполняет регулирующую функцию в развитии инноваций. И невозможно достичь данной цели, не соблюдая требований международных и российских систем сертификации.

В условиях рыночной экономики деятельность частных строительных организаций самостоятельна, а государственное воздействие на их деятельность может осуществляться только опосредованно с обязательным законодательным обеспечением. Но даже в отсутствие специальных законодательных требований, касающихся сертификации по зеленым стандартам и мер государственного стимулирования, ряд коммерческих и индустриальных зданий в Москве и центральной части России уже сертифицированы по международным стандартам по инициативе их собственников - частных компаний, еще большее их количество заявлено для сертификации[[20]](#footnote-20).

На данный момент строительный комплекс России объединяет более 110 тыс. строительных организаций, предприятий стройиндустрии и производства строительных материалов, научно-исследовательских и проектных организаций, предприятий механизации и транспорта, осуществляющих работы по проектированию, строительству, реконструкции, техническому перевооружению и капитальному ремонту зданий, сооружений и предприятий во всех отраслях экономики. Применение зеленых стандартов в России пока носит эпизодический характер, поэтому нельзя говорить о формировании на рынке недвижимости устойчивой тенденции развития данной сферы. Результат применения зеленых стандартов должен оцениваться не только с позиции экономической выгоды, но и с точки зрения положительного влияния на окружающую среду и здоровье человека.

## 2.2. Проекты «зеленого» стандарта, реализованные на территории Московской области

В последние десятилетия особенно остро стоит вопрос о неконтролируемой урбанизации, сопровождающейся загрязнением окружающей среды вредными веществами и нарушением баланса в биосфере. Особое внимание к сфере строительства объясняется тем, что города и, в частности, отдельные здания потребляют примерно половину всех мировых энергоресурсов[[21]](#footnote-21).

По данным, приводимым Советом по экологическому строительству RussianGreenBuildingCouncil (RuGBC), здания всего мира используют около 40% всей потребляемой первичной энергии, в том числе 67% всего электричества, 40% всего сырья и 14% всех запасов питьевой воды, а также производят 35% всех выбросов углекислого газа и чуть ли не половину всех твердых городских отходов. В связи с этим возведение зданий с использованием современных экологичных технологий приобретает огромное значение и должно стать приоритетным по сравнению со строительством традиционных объектов[[22]](#footnote-22).

В России обсуждение темы «зеленого» строительства по сравнению с другими развитыми странами началось значительно позже, а именно в 2007 году, когда была разработана и утверждена «Программа строительства олимпийских объектов и развития города Сочи как горноклиматического курорта», которые по требованию МОК должны были соответствовать международным требованиям в области охраны окружающей среды.

На сегодняшний день на российском рынке «зеленого» строительства, включающем в себя как жилые, так и общественные объекты, наблюдается положительный тренд: все больше объектов сертифицируется по международным стандартам «зеленого» строительства BREEAM и LEED. Наглядно это можно увидеть на рисунке 2.1, где приведены объемы рынка недвижимости, сертифицированной по международным стандартам, по годам.

Рисунок 2.1. - Объем рынка недвижимости, сертифицированной по международным экологическим стандартам

По данным исследования, проведенного компанией Jones Lang LaSalle (JLL), 2015 год стал рекордным по объему сертифицированных площадей в Российской Федерации: в течение этого периода было подтверждено соответствие международным стандартам 1,1 млн. кв. м.

Подобный результат объясняется завершением сертификации ряда крупных проектов, в числе которых подмосковный индустриальный парк «Южные врата» и конгрессно-выставочный центр «Экспофорум» в Санкт-Петербурге. Наблюдающееся снижение данного показателя в 2016 году обусловлено уменьшением числа таких проектов в объеме сертифицированных площадей и общим замедлением строительной активности на рынке, вызванным общим снижением инвестиционной активности и сокращением потребительского спроса.

Если рассматривать проекты «зеленого» строительства с точки зрения распределения по расположению на территории России, то можно заметить, что существует несколько основных центров, где наиболее сосредоточены объекты, прошедшие сертификацию по «зеленым» стандартам. Распределение по регионам, в том числе и Московской области, приведено на рисунке 2.2.

Рисунок 2.2. - Структура сертифицированных по международным стандартам площадей по расположению

Как можно видеть из диаграммы, московский регион является лидером по объему сертифицированных зданий в России: в столице и области сертифицировано свыше 2,2 млн. кв. м, или 54 объекта (в число объектов входят бизнес-центры «Японский дом», «Дукат Плейс», штаб-квартира «Дойче банка», «Гиперкуб» в Сколково), в Санкт-Петербурге - 310 тыс. кв. м, или 13 объектов (среди них - торговые центры «Охта-молл» и «Жемчужная Плаза», бизнес-центр «Невская ратуша», жилой эко-комплекс «Триумф-парк»),

Распределение сертифицированных объектов в Москве и Московской области по сегментам представлено на диаграмме ниже (см. рисунок 2.3.).

Рисунок 2.3. - Структура сертифицированных по международным стандартам площадей по сегментам[[23]](#footnote-23)

В общем объеме площадей, сертифицированных по международным стандартам «зеленого» строительства, на первом месте находятся офисы - на них приходится 1,2 млн. кв. м, или более трети рынка «зеленых» объектов; второе место делят складские/индустриальные комплексы и спортивные объекты (по 0,8 млн. кв. м, или 23% от общего объема сертифицированных площадей). В последнее время также наблюдается тенденция роста торговых объектов в объеме сертифицированных зданий. За 2016 год число сертифицированных торговых объектов составило около половины всех объектов, или 370 тыс. кв. м.

Несмотря на двукратный рост рынка сертифицированных объектов в России за последние два года, доля «зеленых» площадей в общей структуре предложения все еще остается сравнительно небольшой.

Так, в сентябре 2015 года в Наро-Фоминском районе Московской области был сдан в эксплуатацию первый в России «активный дом», который был построен компанией Velux с применением последних технологий в рамках экологического строительства. Активный дом полностью способен обеспечить себя энергией и не зависит от внешних источников. Стоимость создания данного проекта составляет 675 тысяч евро.

Отметим технологии, которые применялись при строительстве данного объекта:

- фасад дома, способный изменять конфигурацию – открываться и закрываться исходя из потребностей человека, а так же погодных условий;

- применение «умной» вентиляции на основе механизма рекуперации воздушных потоков;

- установка энергосберегающих окон, аккумулирующие тепло и энергию солнца и обеспечивающие 50% общей потребности здания в тепле;

- использование солнечных панелей на крыше;

- максимально возможное использование естественного освещения;

- применение солнечных водонагревателей и теплового насоса.

По оценке инженеров, подмосковный «активный» дом будет производить электроэнергию, которой вполне хватит на все нужды здания, и не только. Ожидается даже избыточная энергия, которой за 30 лет эксплуатации хватит для покрытия расходов на производство всех потраченных на возведение дома строительных материалов. Кроме уже реализованных проектов, в настоящее время в России несколько "зеленых" домов находятся в стадии строительства или проектирования. Каждый проект использует передовые разработки и оптимальные экологически решения. Среди них110: Village Belaya Dacha – крупный торговый комплекс, расположенный на юго-востоке Москвы. Это первый аут-лет-центр в России. Площадь комплекса 38 тыс. кв. м. «Офисный центр на обводном канале» в Санкт-Петербурге. Проект претендует на получение «золотого» сертификат LEED.

Так, в Москве сертифицированные площади составляют около 5% от рынка качественной офисной недвижимости и 6% складской недвижимости, в то время как ни один складской объект не сертифицирован. Таким образом, можно говорить о существенном потенциале для роста рынка сертифицированных объектов коммерческой недвижимости в Российской Федерации.

Возможность реализации данного потенциала в большой мере зависит от всех участников рынка, в особенности от государства. В России в последние годы со стороны государства были предприняты шаги, направленные на стимулирование развития «зеленого» строительства. Это проявляется, прежде всего, в господдержке проектов, нацеленных на повышение энергетической эффективности объектов недвижимости, путем установления налоговых льгот для застройщиков, реализующих в своей деятельности принципы «зеленого» строительства, предоставления субсидий из федерального бюджета при внедрении «зеленых» технологий, популяризации «зеленого» строительства среди бизнес-сообщества и населения через различные мероприятия и СМИ[[24]](#footnote-24).

Помимо этого, продолжается формирование нормативной базы «зеленого» строительства, которое началось в 2009 году с принятия Федерального закона «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности» №261-ФЗ. В апреле 2011 года в России была зарегистрирована российская Система добровольной сертификации объектов недвижимости «Зеленые стандарты», которая «опирается» на международные стандарты «зеленого» строительства BREEAM и LEED и ряд нормативно-правовых документов Российской Федерации, таких как строительные ГОСТы, СП, СНиП, например, СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий», а в 2013 году вступил в силу ГОСТ Р 54964—2012 «Оценка соответствия. Экологические требования к объектам недвижимости». Однако, несмотря на то, что правительство России постепенно принимает новые законодательные акты, регламентирующие экологические требования к строительству объектов, существенные изменения происходят очень медленно, так как по большей части эти документы носят рекомендаельный или декларативный характер. Существующие государственные строительные стандарты (ГОСТ и СНиП) регламентируют далеко не весь спектр экологических требований и аспектов энергоэффективности.

Энергетический паспорт здания, необходимый для ввода объекта в эксплуатацию, основан на государственных стандартах, содержащих требования к энергоэффективности, в то время как соответствие здания «зеленому» ГОСТР 54964-2012 не является обязательным условием для его ввода в эксплуатацию и носит исключительно рекомендательный характер.

Поскольку экономика России имеет сильную зависимость от сырьевых ресурсов, государство выступает в качестве основного акционера большинства компаний энергетического сектора, которые имеют исторически сильные позиции на внутреннем рынке. Таким образом, парадокс текущей ситуации заключается в том, что, регламентируя новые стандарты энерго-эфективности, государство в большинстве случаев не заинтересовано в значительном сокращении объемов потребления энергии конечными покупателями, будучи ее основным поставщиком на внутреннем рынке. В то же время потребителя в России не столь остро волнует вопрос рационального использования энергии ввиду доступности и относительной дешевизны природных ресурсов, как, например, в европейских странах, что сдерживает более широкое распространение энерго-эффективного строительства в России. Другой причиной медленного внедрения концепции «зеленого» строительства в проекты на территории Российской Федерации является острая нехватка специалистов всех уровней (от государственных служащих до инженеров), которые бы обладали достаточным опытом и пониманием концепции экологического строительства. Проблема эта обусловлена недолгой историей экологического строительства в России.

Отсутствие таких специалистов на всех этапах жизненного цикла объекта в большинстве случаев приводит к дополнительным расходам и увеличению срока реализации проекта. Кроме того, строительство экологически чистых зданий подразумевает применение новых технологий и специальных материалов, позволяющих сократить объемы потребления энергии, в частности, обеспечить ее вторичное использование, что требует определенных навыков и подготовки.

Применение новых технологий и материалов в свою очередь для большинства участников рынка подразумевает существенные инвестиции. Средний срок окупаемости проектов «зеленого» строительства в Российской Федерации превышает 10 лет, что подразумевает дополнительные риски их реализации. Кроме того, хорошо известные специфические риски строительного бизнеса в Российской Федерации, такие как волатильность рубля, ограниченный доступ к кредитным ресурсам, высокая стоимость финансирования и т.д., вынуждают девелоперов выбирать проекты с более короткими сроками окупаемости вместо проектов с существенными денежными потоками в долгосрочной перспективе[[25]](#footnote-25).

Таким образом, сейчас на российском рынке наблюдается медленная, но позитивная тенденция к переходу на концепцию «зеленого» строительства. Формируется законодательная база, способствующая распространению «зеленых» технологий на российском рынке недвижимости. Благодаря этому, а также финансовой поддержке со стороны государства в виде налоговых льгот и субсидий объем площадей, сертифицированных по международным «зеленым» стандартам, с каждым годом увеличивается. Однако существуют и проблемы.

Среди главных из них можно выделить медленные процессы улучшения законодательства в сфере энерго-эффективности и экологии, а также общее отсутствие понимания важности и необходимости «зеленых» стандартов как для бизнеса, так и среди представителей государственных структур. С финансовой точки зрения, для «зеленого» строительства характерен длительный период окупаемости, что несет в себе дополнительные риски, учитывая текущую нестабильную макроэкономическую обстановку в России.

## 2.3. Перспективы «зеленого» строительства в Москве

«Зелёное строительство» - это междисциплинарное знание, которое является комплексом стандартов проектирования и строительства зданий, гармонизирующих среду обитания человека с природой, при этом с минимальными энергозатратами и из экологически чистых материалов, которые в идеале должны быть произведены на близлежащих территориях. Экологическое строительство является своеобразной золотой серединой между экономическими, экологическими и социальными потребностями. Кроме того, оно выражает непосредственную связь между осознанием обществом экологических проблем и использованием достижений технологии и науки для их решения. Это прежде всего, экологический способ осмысления того места где мы живем, при котором уделяется много внимания каждой детали в процессе проектирования, строительства и выбора материалов.

Таким образом, создатели архитектурных проектов смотрят на свою работу через призму экологических принципов, пытаясь сохранить гармонию и согласие с природой. Без напрасных загрязнений воздуха и прилегающих территорий, которые сохраняются на всех этапах. От выбора участка под строительство до сноса здания. Это и есть первая из целей эко строительства. Следующая заключается в сохранении и повышении уровня комфортности внутренней среды, безопасности и качества жилища, которые достигаются за счет увеличения срока службы используемых материалов, их полезности, рациональности и удобства использования[[26]](#footnote-26).

Не смотря на постоянное совершенствование строительных технологий и возникновение все большего количества синтезированных строительных материалов, основной идеей данного направления строительства является сокращение уровня влияния на окружающую среду и здоровье человека, которое достигается следующими путями:

- рациональное использование природных ресурсов;

- минимизация количества отходов, выбросов и других вредных воздействий на окружающую среду;

- мониторинг взаимосвязи состояния окружающей среды и здоровья населения;

- использование подхода натурального строительства с использованием материалов местного происхождения.

Приемы «зеленой архитектуры» являются очень интересной темой с различных точек зрения, таких как архитектурная, экологическая и экономическая. Приемы «зеленой архитектуры» предполагают обеспечение защиты большого количества зданий от неблагоприятных природных воздействий, к которым относятся ветра, жесткое прямое солнечное излучение. Многочисленными существующими примерами этого можно считать большое количество обвитых вьющимися цветами балконов и лоджий. Где с помощью элементарных природных факторов создается необходимая природная мягкость и это воспринимается как естественная природная среда, благоприятная для жизни человека. Решение проблем защиты зданий от слишком интенсивного воздействия солнца в целях обеспечения благоприятного микроклимата включается в использовании внутренних двориков для частных жилищ, применение керамической отделки ограждений, декоративные элементы здания, водные сооружения. Все это в комплексе является целевым внедрением энергоактивных элементов в строящиеся или уже эксплуатируемые здания, вышеперечисленные приемы планировки в тандеме с «зеленой архитектурой», устройством искусственных водоемов, хорошей организации проветривания позволяют организовать микроклимат маленьких по масштабам жилых сооружений[[27]](#footnote-27).

Наиболее, недорогим и очень широко распространенным способом защиты от воздействия интенсивной солнечной радиации является использование всевозможных экранизирующих устройств, различного типа (шторы, жалюзи и др.). Этот способ позволяет добиться снижения уровня расходов энергии, затрачиваемой на систему кондиционирования воздуха практически до 50%. Высокоэффективным является применения современных видов окон, которые снабжены несколькими слоями остекления, теплоотражающими элементами, расположенными на южной стороне, предотвратить возникновение перегрева здания в летний период позволяют вьюнообразные теневые навесы, козырьки окон, крупные лиственные деревья.

Выбор наиболее эффективных средств, направленных на экономию энергии в здании - это многоцелевая задача, которая сочетается с поиском способов использования возобновляемых источников энергии. На основании данных анализа мировой практики можно прийти к выводу о том, что эффективными и перспективными на сегодняшний день является строительство заглубленных жилищ.

Традиционно, на протяжении сотен лет человечество использовало и продолжает использовать солнечную энергию для обеспечения теплом разного вида теплиц, парников и др.

Здесь теплота солнечного облучения улавливается и используется в различных технологиях выращивания сельскохозяйственных культур. Кроме того для сушки, опреснения и обогрева воды, кондиционирования воздуха помещений.

Перспектива применения солнечной энергии в технологии бетона вызывает широкий научный и практический интерес. Ведь можно обеспечить уменьшение сроков его затвердевания, взамен привычному пропариванию изделий. Что позволит сократить расходы условного топлива на 70-100 кг, воды на 0,5 тонн и снизить себестоимость изделия. Ежедневно по гелиотехнологии на рынке выпускается большое количество сборных железобетонных изделий.

Перспективным направлением для энергосбережения является оборудование крыш зданий теплицами различного рода с использованием вторичных энергетических ресурсов в паре с солнечной энергией.

Системный подход к этой проблеме расширяет проблему. Так как для комплекса строений, населенного пункта, города, района широко используются традиционные источники энергии, вторичные энергоресурсы и др. В данном случае одной из предпосылок энергоэффективности являются доведение до минимального уровня бесполезных потерь энергии, принятие норм, стандартов и правил энергопотребления. В данной ситуации энергетические цели отразятся на планировке населенного пункта, а система энергоснабжения рефлекторно запустит все вероятные в данном рассматриваемом случае методы и способы экономии энергии, а также получение их при помощи энергоактивных зданий либо их составляющих, в сочетании с генераторами теплоты и иных видов энергии традиционных и возобновляемых источников энергоресурсов. Высока вероятность образования энергии в избытке, что вызывает необходимость ее запасания.

В этом плане интерес вызывают работы, проводимые на Украине, в частности в Киевском политехническом институте. В системные научные исследования были на равных условиях вовлечены студенты и аспиранты, что дало возможность продвинуть вперед представления современности о совместном применении возобновляемых источников ресурсов и энергетически эффективных технологий, создать методологическую базу конструирования и проектирования энергоэффективных зданий. Были получены данные по эксплуатации опытно - промышленной установки с применением возобновляемых источников энергии. В Черниговской области был построен энергокомплекс «Десна», который состоит из нескольких зданий, ветряных установок, гелиотеплиц и энергетической лаборатории. Энергетическая лаборатория представляет собой автономные жилые дома, круглый год обеспечивающиеся энергией, полученной за счет использования водных, солнечных и ветровых ресурсов. Для сохранения получаемой энергии используются различные концентраторы солнечной энергии и батареи[[28]](#footnote-28).

На основе практических мероприятий сегодня решается ряд крупных по масштабам задач по вопросам создания интегрированных систем использования различных энергетических источников.

Важно помнить, что для системных или независимых решений по вопросам максимального использования вторичных энергетических ресурсов и возобновляемых источников главным является решение вопроса надежности. Под этим подразумевается не только надежность установки с механической точки зрения, но и надежность энергетического обмена в период «энергетического межсезонья», в периоды нехватки солнечной энергии. В настоящее время есть способы решения данной проблемы, которые заключаются либо в устройстве дублирующего генератора, либо в подключении к электроэнергии и аккумулировании энергии. Применения обоих методов будет отражаться на экономической целесообразности использования возобновляемых источников. Применение аккумулирования тепла и электроэнергии требует решения сложных технически обусловленных вопросов. Ответы на поставленные вопросы можно найти, как в фундаментальной, так и в прикладной отраслях знаний[[29]](#footnote-29).

Все же в настоящее время пока еще предпочтение отдается не созданию качественно новых систем, а полностью или фрагментально энергоавтономных отдельных зданий.

Организация пассивной системы солнечного отопления, сезонного горячего водоснабжения, использование вторичных ресурсов и обеспечение сбережения тепла или солнцезащиты зданий - все это является целесообразным в отношении экономических вопросов, и реалистичным в плане реализации. Но при акцентировании на достижении максимального энергетического эффекта выявляется, что техническая база часто довольно дорогостоящая и сложна в использовании.

Несмотря на это здания подобного типа безостановочно проектируются и разрабатываются. Авторы подобных проектов на основе практических эксплуатационных испытаний доказывают право таких объектов на существование и возможность дальнейшего тиражирования. Проводится работа с учетом необходимости предложить концептуальный подход к практикуемому сегодня использованию разнообразных видов возобновляемых источников энергии и новых эко технологий.

Таким образом, на основе проведенного анализа, для успешного внедрения в Москве и Московской области «зеленого» строительства, а так же повышения энерго-эффективности и энергосбережения должны быть сформированы основополагающие условия, а именно: разработка законопроектов по нетрадиционной и возобновляемой энергетике; разработка и введение в действие финансовых механизмов, стимулирующих энергосбережение и энерго-эффективность; внесение разрабатываемые технические регламенты требований по энерго-эффективности, экспертизы проектной и предпроектной документации по энергопотреблению, разработке национальных стандартов по энергосбережени и энерго-эффективности.

# Заключение

По результатам исследование теоретических положений в рамках данной работы был сделан вывод, что зелёное строительство сегодня является достаточно популярным и если раньше данное словосочетание было никому неизвестным, то уже сегодня население является достаточно грамотным в этой области. Хотелось бы верить, что за солнечными батареями стоит будущее и уже скоро для содержания домов, промышленных предприятий, телефонов, планшетов и других новейших технологий мы сможем использовать альтернативные источники энергии, не оказывая вреда окружающей природе.

Основные принципы «зеленого» строительства можно выразить как: эффективное и рациональное использование энергетических и материальных ресурсов; обеспечение комфортных и безопасных условий труда работников; минимизация и утилизация строительных отходов и благоустройство прилегающей территории.

Темп развития зеленого строительства в России, в том числе Москве и Московской области, к сожалению, медленный, сказывается недостаток знаний и информированности людей, ну и конечно же затраты на строительство. В первую очередь необходимо более активное продвижение зеленого строительства, как на федеральном, так и на региональном уровне. Ведь если отсутствует спрос, то и не велико предложение.

Проведение мероприятий, призванных к распространению информации и повышения заинтересованности людей, может привести к переосмыслению обществом ценностей и выдвижению экологичности на первое место. Необходима поддержка российских специалистов, работающих в данном направлении и тесное сотрудничество с другими странами, для приобретения необходимых навыков и технологий строительства.

Пока в нашей стране отсутствует поддержка на законодательном уровне, освоение экологического строительства будет идти с отставанием от наших зарубежных коллег. Строительная и архитектурная деятельность в России подчинена закону о госзакупках, исходя из которого, что работы должны быть выполнены в наиболее кратчайшие сроки и по минимальной цене. Благодаря этому застройщики стараются сэкономить на качестве строительных материалов и технологиях.

России в последнее десятилетие стали проектировать здания, отвечающие международным «зеленым» стандартам. Самым «зеленым» отечественным объектом станет в 2018 г. резиденция в г. Санкт - Петербург, где реализованы современные экотехнологии: панорамное остекление, авторегуляция света, датчики и контроллеры на всех коммуникациях, что дает экономию энергоресурсов при эксплуатации до 40 % .

Полученные результаты кроме чисто познавательного интереса имеют важное практическое значение. Систематизация и обобщение данных по «зеленому» строительству позволяют наметить дальнейшие пути повышения энергоэффективности, экологической безопасности и экономичности зданий и сооружений при решении актуальной проблемы повышения устойчивости среды обитания в градостроительстве и архитектуре.

# Список использованных источников

1. ГОСТ Р 54964-2012 «Оценка соответствия. Экологические требования к объектам недвижимости» [Электронный ресурс]. URL: http://www.mnr.gov.ru/greenstandarts/detail.php?ID=129237 (дата обращения: 10.02.2018).
2. Агапова К., Чуриков А. Обзор рынка экологического строительства. Тренды и прогнозы. JONESrANGrASALLEIP, INC. 2016 Режим доступа: http://www.jll.ru/russia/ru-m/Research/Sustainability\_and\_Green\_Development\_in\_Russia\_RUS.pdf?7c9ac994-9305-4b97-b282-30ecb578df87 (дата обращения: 11.02.2018)
3. Асаул А. Н., Иванов С. Н. Основные направления развития «зеленого» строительства // Вестник ТОГУ. - 2015. - № 1(36). - С. 169-178.
4. Астафьева О.Е. Снижение негативного воздействия строительства на экосистемы за счет сертификации по «зеленым» стандартам // Архитектура и строительство России, 2015. - № 2. - С. 15-21.
5. Байдин О.В., Шаповалов С.М., Шевченко А.В. Расчет сборно-монолитных конструкций с применением вариационного метода и интегрального модуля деформации // Строительная механика и расчет сооружений. 2013. - № 4. - С. 9-13.
6. Байдин О.В., Шаповалов С.М., Шевченко А.В. Учет температурных деформаций при расчете замкнутых цилиндрических оболочек вариационным методом // Строительная механика и расчет сооружений. 2012. - № 5. - С. 6-9.
7. Байдин О.В., Шаповалов С.М., Шевченко А.В. Экспериментальное исследование трещиностойкости стержневых сборно-монолитных конструкций // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2012. - № 3м. - С. 78-83.
8. Бенуж А.А. «Эколого-экономическая модель жизненного цикла здания на основе концепции «Зеленого» строительства». М., 2013. - 24 с.
9. Бенуж А.А. Оценка совокупной стоимости жизненного цикла здания с учетом энергоэффективности и экологической безопасности // Промышленное и гражданское строительство, 2014. - № 10. - С. 43-47.
10. Гужова О.А., Раскина И.П. Развитие инновационной деятельности в экономике субъектов РФ // Инновационные стратегии развития экономики и управления [Электронный ресурс]: сборник статей / СГАСУ. Самара, 2014. - С. 67-71 (дата обращения: 10.02.2018).
11. Гужова О.А., Правдина В.А. Проблема обеспеченности жильем в России // Актуальные вопросы вузовской науки: сборник научных и научно-методических статей. Вып. 10 / СИУ. Самара, 2015. - С. 43-51.
12. Гужова О.А. Современные тенденции развития строительной отрасли // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Социально-гуманитарные и экономические науки [Электронный ресурс]: сборник статей / под ред. М.И. Бальзанникова, К.С. Галицкова, А.А. Шестакова; СГАСУ. Самара, 2015. - С. 394-399 (дата обращения: 09.02.2018).
13. Гусева Т. В., Молчанова Я. П., Аверочкин Е. М., Потапова Л. Г., Вартанян М. А. «Зелёные» стандарты и требования к поставщикам продукции для строительства // Материалы Международной научно-практической конференции и школы молодых учёных и студентов «Образование и наука для устойчивого развития». М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2015. Часть 2. С. 15-20.
14. Дувинг С. «Зеленые» здания в России и за рубежом. [Текст] // Вестник «ЮНИДО в России». – 2012. – № 8. – С. 72 - 79.
15. Захарова, Т. В. «Зеленая» экономика как новый курс развития: глобальный и региональный аспекты [Текст]/ Т.В. Захарова // Вестник Томского государственного университета. Экономика. -2015. – 322 с.
16. Кондрачук О.Е., Петренко Я.И. Перспективы развития экологического и энергоэффективного строительства в России // Фундаментальные исследования. - 2015. - № 11-3. - С. 579.
17. Корниенко С.В., Попова Е.Д. «Зеленое» строительство в России и за рубежом [Текст] // Строительство уникальных зданий и сооружений. – 2017. – № 4 (55). – С. 67 – 93.
18. Крыгина А.М. Структурно-интегрированная модель расширенного воспоизводства жилищной недвижимости в сфере энерго-, ресурсосбережения и экологизации // Промышленное и гражданское строительство, 2015. - № 9. – С. 12.
19. ЛекареваН.А. «Зеленые» стандарты и развитие «зеленого» строительства [Текст]/ Н.А. Лекарева // Вестник СГАСУ. Градостроительство и архитектура. -2014. -No 1. -6-9 с.
20. Мишланова М.Ю. Критерии оценки эколого-экономического зеленого строительства // Научные труды кафедры экономики и управления в строительстве. Москва: МГСУ, 2014. - Вып. 20. – С. 19.
21. Михайлова М.К., Семашкина Д.О., Советников Д.О. Основные требования, предъявляемые международными и национальным стандартами к зданиям в зеленом строительстве [Текст] // Строительство уникальных зданий и сооружений. – 2015. – № 6 (33).– С. 7 - 18.
22. Молчанова Я. П., Вартанян М. А., Аверочкин Е. М. Современные требования к продукции, используемой в строительстве: стандарт в области окружающей среды и устойчивого развития // Сб. материалов II Всеросс.практ. конф. «Управление качеством». М.: МАТИ, 2014. С. 180-181.
23. Носов С.П., Антипов О.А. Расширение Москвы на юго-запад - генеральное направление «зеленого» развития московской агломерации / «Современные проблемы управления проектами в инвестиционно-строительной сфере и природопользовании». - 10-11 апреля 2014 г. / Под ред. В.И. Ресина. - М.: ЗАО «Гриф и К», 2014. - С. 143-148.
24. Прохин Е.А. Оценка институциональной среды инновационной деятельности в экостроительстве // Экономика строительства, 2016. - № 6. - С. 25-32.
25. Ремизов А.Н. Архитектура и экоустойчивость: сложность взаимоотношений // Жилищное строительство, 2015. - № 1. - С. 45-48.
26. Теличенко В.И. Комплексная безопасность в строительстве; Моск. гос. строит. ун-т. Москва: МГСУ, 2015. - 43 с.
27. Чернявский О.С., Трубаев П.А., Шаповалов С.М. Методы оценки эффективности энергоэффективности муниципальных образований // Энергосбережение и экология в жилищно-коммунальном хозяйстве и строительстве городов: Сб. трудов конференции. Белгород: Изд-во БГТУ. 2014. - С. 153-161.
28. Чернявский О.С., Трубаев П.А., Шаповалов С.М. Рейтинговые системы энергоэффективности «зеленых» зданий // Энергосбережение и экология в жилищно-коммунальном хозяйстве и строительстве городов: Сб. трудов конференции. Белгород: Изд-во БГТУ. 2015. - С. 161-167.
29. Институт пассивного дома [Электронный ресурс]. URL: http://www.passiv-rus.ru/ (дата обращения: 10.02.2018).
30. Совет по экологическому строительству [Электронный ресурс]. URL: http:// RuGBC.org (дата обращения: 06.01.2018).
31. Сертификации зданий по стандарту BREEAM [Электронный ресурс]. URL: http://breeam.geo-engine.ru/ (дата обращения: 10.01.2018).
32. Ascione F., Bianco N., Böttcher O., Kaltenbrunner R., Vanoli G.P. Net zero energy buildings in Germany: Design, model calibration and lessons learned from a case-study in Berlin. Energy and Buildings. 2016. No. 133. Pp. 688–710.
33. Chan A.L.S., Chow T.T. Energy and economic performance of green roof system under future climatic conditions in Hong Kong. Energy and Buildings. 2013. No. 64. Pp. 182–198.
34. Foustalieraki M., Assimakopoulos M.N., Santamouris M., Pangalou H. Energy performance of a medium scale green roof system installed on a commercial building using numerical and experimental data recorded during the cold period of the 2017. Energy and Buildings. 2017. No. 135. Pp. 33–38.
35. Huang Y.-Y., Chen C.-T., Tsai Y.-C. Reduction of temperatures and temperature fluctuations by hydroponic green roofs in a subtropical urban climate. Energy and Buildings. 2016. No. 129. Pp. 174–185.
36. Karachaliou P., Santamouris M., Pangalou H. Experimental and numerical analysis of the energy performance of a large scale intensive green roof system installed on an office building in Athens. Energy and Buildings. 2016. No. 114. Pp. 256–264.
37. Haggag M., Hassan A., Elmasry S. Experimental study on reduced heat gain through green façades in a high heat load climate. Energy and Buildings. 2014. No. 82. Pp. 668–674.

# Приложение 1

Таблица 1 - Сравнение стандартов: «BREEAM», «LEED» и «DGNB»

|  |  |
| --- | --- |
| **Стандарт** | **Параметр** |
| **Доступные стратегии** | |
| **LEED** | Единая Общая стратегия LEED USGBC |
| **BREEAM** | Отдельная для Великобритании;  отдельная для Европы;  отдельная для Дании;  Международная;  Индивидуальная;  отдельная для производителя Toyota;  отдельная для стран Персидского залива. |
| **DGNB** | международная система GSBC (DGNB);  отдельная для Германии;  Индивидуальная. |
| **Организация оценочных работ** | |
| **LEED** | US-GBC (Американский совет по зелёным зданиям). Сертифицированные бизнес-консультанты LEED AP ведут проекты к сертификации. Итоговую оценку здания проводят 2-е независимые компании, члены LEED. |
| **BREEAM** | BRE Global  Обученные и сертифицированные оценщики BREEAM ведут проекты к сертификации, являясь связующим (юридическим) звеном между BRE Global и проектной группой (инвестор, девелопер, проектировщик, поставщик, строитель). Специалисты BREEAM AP выделены в отдельную группу и занимаются разработкой проектов. |
| **DGNB** | Советом по устойчивому строительству DGNB. Оценку проектов проводят специалисты. |
| **Сертификация и разработчик стандарта (QA/Certification)** | |
| **LEED** | US-GBC |
| **BREEAM** | BRE Global |
| **DGNB** |  |

1. Асаул А. Н., Иванов С. Н. Основные направления развития «зеленого» строительства // Вестник ТОГУ. - 2015. - № 1(36). - С. 169-178. [↑](#footnote-ref-1)
2. Бенуж А.А. «Эколого-экономическая модель жизненного цикла здания на основе концепции «Зеленого» строительства». М., 2013. - 24 с. [↑](#footnote-ref-2)
3. Гужова О.А. Современные тенденции развития строительной отрасли // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Социально-гуманитарные и экономические науки [Электронный ресурс]: сборник статей / под ред. М.И. Бальзанникова, К.С. Галицкова, А.А. Шестакова; СГАСУ. Самара, 2015. - С. 394-399 (дата обращения: 09.02.2018). [↑](#footnote-ref-3)
4. Дувинг С. «Зеленые» здания в России и за рубежом. [Текст] // Вестник «ЮНИДО в России». – 2012. – № 8. – С. 72 - 79. [↑](#footnote-ref-4)
5. Захарова, Т. В. «Зеленая» экономика как новый курс развития: глобальный и региональный аспекты [Текст]/ Т.В. Захарова // Вестник Томского государственного университета. Экономика. -2015. – 322 с. [↑](#footnote-ref-5)
6. Крыгина А.М. Структурно-интегрированная модель расширенного воспоизводства жилищной недвижимости в сфере энерго-, ресурсосбережения и экологизации // Промышленное и гражданское строительство, 2015. - № 9. – С. 12. [↑](#footnote-ref-6)
7. Мишланова М.Ю. Критерии оценки эколого-экономического зеленого строительства // Научные труды кафедры экономики и управления в строительстве. Москва: МГСУ, 2014. - Вып. 20. – С. 19. [↑](#footnote-ref-7)
8. ЛекареваН.А. «Зеленые» стандарты и развитие «зеленого» строительства [Текст]/ Н.А. Лекарева // Вестник СГАСУ. Градостроительство и архитектура. -2014. -No 1. -6-9 с. [↑](#footnote-ref-8)
9. Молчанова Я. П., Вартанян М. А., Аверочкин Е. М. Современные требования к продукции, используемой в строительстве: стандарт в области окружающей среды и устойчивого развития // Сб. материалов II Всеросс.практ. конф. «Управление качеством». М.: МАТИ, 2014. С. 180-181. [↑](#footnote-ref-9)
10. Ремизов А.Н. Архитектура и экоустойчивость: сложность взаимоотношений // Жилищное строительство, 2015. - № 1. - С. 45-48. [↑](#footnote-ref-10)
11. Ascione F., Bianco N., Böttcher O., Kaltenbrunner R., Vanoli G.P. Net zero energy buildings in Germany: Design, model calibration and lessons learned from a case-study in Berlin. Energy and Buildings. 2016. No. 133. Pp. 688–710. [↑](#footnote-ref-11)
12. Foustalieraki M., Assimakopoulos M.N., Santamouris M., Pangalou H. Energy performance of a medium scale green roof system installed on a commercial building using numerical and experimental data recorded during the cold period of the 2017. Energy and Buildings. 2017. No. 135. Pp. 33–38. [↑](#footnote-ref-12)
13. Huang Y.-Y., Chen C.-T., Tsai Y.-C. Reduction of temperatures and temperature fluctuations by hydroponic green roofs in a subtropical urban climate. Energy and Buildings. 2016. No. 129. Pp. 174–185. [↑](#footnote-ref-13)
14. Karachaliou P., Santamouris M., Pangalou H. Experimental and numerical analysis of the energy performance of a large scale intensive green roof system installed on an office building in Athens. Energy and Buildings. 2016. No. 114. Pp. 256–264. [↑](#footnote-ref-14)
15. Chan A.L.S., Chow T.T. Energy and economic performance of green roof system under future climatic conditions in Hong Kong. Energy and Buildings. 2013. No. 64. Pp. 182–198. [↑](#footnote-ref-15)
16. Haggag M., Hassan A., Elmasry S. Experimental study on reduced heat gain through green façades in a high heat load climate. Energy and Buildings. 2014. No. 82. Pp. 668–674. [↑](#footnote-ref-16)
17. Сертификации зданий по стандарту BREEAM [Электронный ресурс]. URL: http://breeam.geo-engine.ru/ (дата обращения: 10.01.2018). [↑](#footnote-ref-17)
18. Чернявский О.С., Трубаев П.А., Шаповалов С.М. Рейтинговые системы энергоэффективности «зеленых» зданий // Энергосбережение и экология в жилищно-коммунальном хозяйстве и строительстве городов: Изд-во БГТУ. 2015. - С. 161-167. [↑](#footnote-ref-18)
19. ГОСТ Р 54964-2012 «Оценка соответствия. Экологические требования к объектам недвижимости» [Электронный ресурс]. URL: http://www.mnr.gov.ru/greenstandarts/detail.php?ID=129237 (дата обращения: 10.02.2018). [↑](#footnote-ref-19)
20. Агапова К., Чуриков А. Обзор рынка экологического строительства. Тренды и прогнозы. JONESrANGrASALLEIP, INC. 2016 Режим доступа: http://www.jll.ru/russia/ru-m/Research/Sustainability\_and\_Green\_Development\_in\_Russia\_RUS.pdf?7c9ac994-9305-4b97-b282-30ecb578df87 (дата обращения: 11.02.2018) [↑](#footnote-ref-20)
21. Корниенко С.В., Попова Е.Д. «Зеленое» строительство в России и за рубежом [Текст] // Строительство уникальных зданий и сооружений. – 2017. – № 4 (55). – С. 67 – 93. [↑](#footnote-ref-21)
22. Совет по экологическому строительству [Электронный ресурс]. URL: http:// RuGBC.org (дата обращения: 06.01.2018). [↑](#footnote-ref-22)
23. Совет по экологическому строительству [Электронный ресурс]. URL: http:// RuGBC.org (дата обращения: 06.01.2018). [↑](#footnote-ref-23)
24. Михайлова М.К., Семашкина Д.О., Советников Д.О. Основные требования, предъявляемые международными и национальным стандартами к зданиям в зеленом строительстве [Текст] // Строительство уникальных зданий и сооружений. – 2015. – № 6 (33).– С. 7 - 18. [↑](#footnote-ref-24)
25. Институт пассивного дома [Электронный ресурс]. URL: http://www.passiv-rus.ru/ (дата обращения: 10.02.2018). [↑](#footnote-ref-25)
26. Носов С.П., Антипов О.А. Расширение Москвы на юго-запад - генеральное направление «зеленого» развития московской агломерации / «Современные проблемы управления проектами в инвестиционно-строительной сфере и природопользовании». - 10-11 апреля 2014 г. / Под ред. В.И. Ресина. - М.: ЗАО «Гриф и К», 2014. - С. 143-148. [↑](#footnote-ref-26)
27. Кондрачук О.Е., Петренко Я.И. Перспективы развития экологического и энергоэффективного строительства в России // Фундаментальные исследования. - 2015. - № 11-3. - С. 579. [↑](#footnote-ref-27)
28. Гусева Т. В., Молчанова Я. П., Аверочкин Е. М., Потапова Л. Г., Вартанян М. А. «Зелёные» стандарты и требования к поставщикам продукции для строительства // Материалы Международной научно-практической конференции и школы молодых учёных и студентов «Образование и наука для устойчивого развития». М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2015. Часть 2. С. 15-20. [↑](#footnote-ref-28)
29. Бенуж А.А. Оценка совокупной стоимости жизненного цикла здания с учетом энергоэффективности и экологической безопасности // Промышленное и гражданское строительство, 2014. - № 10. - С. 43-47. [↑](#footnote-ref-29)