



УДК 504.75.06

DOI 10.22363/2313-2310-2017-25-1-155-168

РОЛЬ ПРИРОДНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ ПРИ ВНЕДРЕНИИ ЗЕЛЕННЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В РОССИИ*

Т.О. Король

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова
Ленинские Горы, 1, сектор А, 17 этаж, Москва, Россия, 119234

Статья посвящена изучению воздействия природно-экологических факторов на перспективы внедрения зеленых строительных технологий в России. Проведена классификация и сравнительный анализ зеленых строительных технологий, используемых в российской и международной практике. Выделены ведущие географические факторы и проанализировано их влияние на внедрение зеленых строительных технологий на разных масштабных (территориальных) уровнях. На примере модельного города показаны особенности учета природно-экологических факторов при выборе оптимальной совокупности технологий зеленого строительства.

Ключевые слова: зеленое строительство, зеленые строительные технологии, экологическое строительство, энергосберегающие технологии, природно-экологические факторы, Россия

Введение

На современном этапе развития общества последствия человеческой деятельности создали глобальные проблемы, которые требуют адекватных решений. Строительный сектор вызывает большое число таких проблем: за весь цикл жизни (начиная с добычи сырья для строительства до момента сноса и утилизации) здания всего мира используют около 40% всей потребляемой первичной энергии, 67% электричества, 40% сырья и 14% запасов питьевой воды на планете, а также производят 35% всех выбросов углекислого газа и чуть ли не половину всех твердых городских отходов [31]. Однако строительство может быть источником не только проблем, но и сферой поиска новых решений. В высокоразвитых странах уже больше 20 лет практикуется зеленое строительство. Зеленые строительные технологии — это инновации, в основе которых лежат принципы устойчивого развития и повторного использования ресурсов. Общий подход предполагает достижение главной цели — снижение негативного воздействия на окружающую среду, в частности, за счет уменьшения количества отходов, повышения энергоэффективности, улучшения дизайна для сокращения объема потребляемых ресурсов. Дружественные по отношению к природе, зеленые здания и сооружения

* Статья подготовлена при поддержке гранта РФФИ № 15-05-01788 А.

не только имеют низкий потенциал негативного влияния на окружающую среду и здоровье людей, но и могут быть экономически эффективными [2].

Для получения возможности сравнивать и оценивать экологичность зданий разного назначения и месторасположения были разработаны системы добровольной экологической сертификации и рейтингов, которые получили обобщенное название экологических или «зеленых» стандартов. Два общепринятых и наиболее распространенных в мире стандарта BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method) и LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) оценивают здания по широкому спектру категорий экологичности и жизнеспособности. Более чем в 50 странах разработаны национальные зеленые стандарты. В России применяются как международные системы сертификации LEED и BREEAM, так и несколько российских систем, в том числе Система добровольной сертификации объектов недвижимости «Зеленые стандарты»; национальный стандарт СТО НОСТРОЙ 2.35.4–2011 «Зеленое строительство. Здания жилые и общественные. Рейтинговая система оценки устойчивости среды обитания»; национальный стандарт ГОСТ Р 54964–2012 «Оценка соответствия. Экологические требования к объектам недвижимости», вступивший в силу в 2013 г.; «Карта качества. Зеленые Стандарты», разработанная на основе ГОСТ Р 54964–2012 и зарубежного стандарта BREEAM In-Use в 2015 г. [3]. Тем не менее развитие зеленого строительства в России требует создания таких национальных стандартов, которые учитывают социально-экономические и природные условия страны: климатические условия, законодательство, государственную политику в отношении энергоресурсов и экологии, степень осознания проблем энергоэффективности и экологичности профессиональными сообществами и населением [4].

Сутью развития российского стандарта является переформулирование тех концептуальных рекомендаций общепризнанных систем экологической экспертизы объектов недвижимости, которые сможет ввести в практику российский проектно-строительный сектор. Адаптация международных зеленых стандартов к российским природно-экологическим особенностям должна дать строительному сектору методическую базу для деятельности, проектировки и строительства энергоэффективного, экологичного и комфортного жилья.

В настоящее время в России с участием государства реализуются несколько национальных по своим масштабам проектов, которые стали катализаторами развития экологического строительства в стране: программа олимпийского строительства спортивных объектов и инфраструктуры в Сочи к зимней Олимпиаде-2014; реализация проекта инновационного города фонда «Сколково»; строительство стадионов и инфраструктуры к Чемпионату мира по футболу-2018; проект создания и развития агломерации Новая Москва; зеленые мегапроекты с государственно-частным партнерством (мегапроект предусматривает более 1 млн кв. м. недвижимости или более 1 млрд долл. инвестиций) [5].

Активное применение принципов зеленого строительства в международной практике и наметившиеся позитивные тенденции российского опыта строительства, основанного на критериях экологической безопасности и экономической

эффективности, позволяют говорить об актуальности данного исследования, где именно с географических позиций рассмотрены перспективы использования зеленых строительных технологий в России.

Целью исследования является выявление природно-экологических факторов внедрения зеленых строительных технологий и анализ их действия на разных масштабных (территориальных) уровнях в России.

Материалы и методы исследования

При проведении исследования использован эколого-географический подход, сочетающий в себе анализ физико-географических и экологических особенностей территорий. В качестве программного обеспечения для обработки статистических данных и построения графиков использовался Microsoft Excel, для построения физико-метрических диаграмм использовалась программа Climate Consultant [6] на основе климатических данных с сайта Meteonorm [7].

Зеленые строительные технологии как новый объект географического исследования

Согласно классификации Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР), зеленые технологии охватывают следующие направления: общее экологическое управление (управление отходами, борьба с загрязнением воды, воздуха, восстановление земель и пр.); производство энергии из возобновляемых источников (солнечная энергия, биотопливо и пр.); смягчение последствий изменения климата, снижение вредных выбросов в атмосферу; повышение эффективности использования топлива, а также энергоэффективности в зданиях и осветительных приборах [8].

Эти группы инновационных технологий объединяют термином «зеленые технологии» как «дружественные по отношению к природе». Фактически же зеленые технологии охватывают все сферы экономики: энергетику, промышленность, транспорт, строительство, сельское хозяйство и т.д., включая помимо производства потребление, менеджмент и методы организации производства. Это определяет и относительную сложность классификации зеленых технологий. Представляется возможным разделить их по следующим направлениям (табл. 1).

Таблица 1

**Классификации зеленых технологий
(Classification of green technologies)**

Принцип классификации	Виды зеленых технологий
По способу преодоления ресурсных ограничений	Ресурсосберегающие технологии и технологии воспроизводства ресурсов
По виду ресурсов, на сбережение или воспроизводство которых они нацелены	Возобновляемые и невозобновляемые виды ресурсов, которые могут быть рассмотрены как собственно расходуемые ресурсы, так и способности природной среды поглощать антропогенные выбросы
По виду благ, в производстве которых они применяются	Энергетические, транспортные, разнообразные производственные технологии и т.п.

Таблица 2

**Концепция зеленого строительства
(The concept of green building)**

<p>Основные направления зеленого строительства</p> <p>Зеленое проектирование</p>	<p>Описание инновационных технологических решений и мероприятий</p> <p>Размер здания и оптимизация пространства внутри помещения позволяет уменьшить использование энергии для освещения и обеспечивает необходимую циркуляцию воздуха. Основная цель — сохранение энергии при использовании пассивного солнечного отопления, естественного освещения, естественного охлаждения</p> <p>Правильный выбор месторасположения здания создает условия для снижения потребности здания в искусственном освещении, обеспечивает возможность использования энергии ветра, доступность к коммуникациям</p>	<p>Примеры зеленых технологий и мероприятий, актуальных для российских строительных проектов</p> <p>Естественное дневное освещение 80% площади здания (патормажное остекление, световоды, математическое моделирование освещенности)</p> <p>Затеняющие конструкции на фасаде</p>
<p>Выбор материалов</p>	<p>Использование ресурсосберегающих материалов и создание ресурсоэффективных конструкций может максимизировать функциональность и одновременно оптимизировать использование природных ресурсов.</p> <p>Материалы, используемые в зеленом строительстве, должны создавать здоровую и безопасную среду для людей, работающих или проживающих в них, а также быть безопасными для окружающей среды на всех этапах от производства до утилизации</p>	<p>Ориентации дома по сторонам света для получения максимальной солнечной энергии</p> <p>Моделирование размещения здания на строительной площадке с точки зрения влияния направления и скорости ветра на людей, находящихся на данной территории</p> <p>Отделочные и строительные материалы, обладающие экологической маркировкой с низким уровнем загрязнения воздушной среды</p> <p>Использование максимально возможного количества природных материалов на основе анализа эффективности расхода материала и количества потребляемой при его изготовлении энергии</p>
<p>Энергоэффективность</p>	<p>Критерий энергоэффективности применяется ко всем системам в здании: окна, теплоизоляция, герметизация, система вентиляции и кондиционирования, отопление и т. д. Должны быть энергоэффективны. За счет особенностей конструкции, применения специальных строительных материалов и электронных устройств управления в зеленых зданиях значительно снижается потребление энергии и тепла и минимизируются потери тепла во внешнюю среду через изоляцию стен, крыши и полов</p>	<p>Математическое моделирование энергоэффективности и комфорта внутренней среды</p> <p>Элементы «солнечной» архитектуры — максимальное остекление с южной стороны и минимальное с северной</p> <p>Выбор ограждающих конструкций, подбор теплоизоляции</p> <p>Системы кондиционирования воздуха с рекуперацией тепла</p> <p>Установка на крышах солнечных батарей и систем солнечного нагрева воды (солнечные коллекторы)</p> <p>Абсорбционные системы отопления и охлаждения</p> <p>Воздушные и подземные тепловые насосы</p> <p>Пеллетная система отопления</p> <p>Вертикальные ветрогенераторы</p>

		<p>Светодиодное освещение</p> <p>Автономные опоры для наружного освещения</p> <p>Энергоэффективные лифты и эскалаторы</p> <p>Учет потребления тепловой и электрической энергии по зонам</p> <p>Датчики присутствия</p> <p>Зеленые кровли</p> <p>Внутреннее озеленение и зеленые стены</p> <p>Внутреннее озеленение и зеленые стены</p> <p>Учет потребления воды (датчики с импульсным входом)</p> <p>Использование для полива и смыва дождевой и очищенной воды из канализационного стока</p> <p>Посадка на участке засухоустойчивой растительности не требовательной к поливу, которая долгое время может удерживать влагу</p> <p>Фильтрация воздуха</p> <p>Разбавление загрязненного воздуха чистым воздухом</p> <p>Внутреннее озеленение</p>
Водозаэффективность	<p>В основе лежит принцип экономии воды, используемой в самом здании и рационального применения воды, которая используется снаружи здания. Применение более эффективных систем подачи воды в доме: системы накопления воды, технологии очистки воды, технологии управления потреблением воды</p>	
Качество воздушной среды в здании	<p>Загрязнение воздушной среды в здании связано с использованием внутри помещений бытовой химии и материалов, которые выделяют вредные для человека вещества. При возведении зеленого здания предусматриваются системы, которые могут уменьшить последствия возможного загрязнения</p>	
Переработка и вторичное использование отходов строительства	<p>Технологии и оборудование для переработки строительных отходов, обеспечивающие высокое качество продукции, конкурентоспособной с природными материалами</p>	<p>Предотвращение загрязнения от строительной деятельности</p> <p>Обеспечение переработки свыше 50% строительного мусора</p> <p>Система управления отходами</p> <p>Раздельный сбор и переработка ТКО</p> <p>Сохранение существующих деревьев</p> <p>Зеленые кровли</p> <p>Озеленение горизонтальное и вертикальное</p> <p>Транспортное планирование: остановки общественной транспорта, социальная инфраструктура</p> <p>Доступность для маломобильных групп населения</p> <p>Наличие инфраструктуры для пользования велосипедами</p> <p>Системы управления зданием (диспетчеризация и автоматическое управление оборудованием)</p> <p>Проведение технического аудита инженерных систем здания</p>
Ландшафтный дизайн	<p>Продуманный и эффективный дизайн участка, снижающий воздействие здания на окружающую среду и улучшающие энергетические характеристики возводимых конструкций. Обеспечение качественной экологической и визуальной обстановки</p>	
Эксплуатация и техническое обслуживание	<p>Оценка жизненного цикла здания, экономический анализ затрат и выгод, система контроля и управления энергопотреблением, водопотреблением, система управления отходами и выбросами</p>	

Понятие экологического или устойчивого строительства (англ. green, sustainable building) появилось на рубеже нового тысячелетия как результат философии проектирования и строительства, направленного на повышение эффективности использования ресурсов — энергии, воды, материалов и на снижение влияния зданий в течение всего их жизненного цикла на здоровье человека и окружающую среду. Это достигается через более качественное расположение, проектирование, строительство, использование, обслуживание и утилизацию зданий. Более простым эквивалентом для английского термина «green building» является русское словосочетание «экологическое строительство». Очень важно осознать, что это понятие не ограничивается только озеленением и тем более просто цветом стен здания.

Концепция зеленого строительства основывается на принципах устойчивого и безопасного развития городских территорий и включает следующие элементы (табл. 2).

Таким образом, концепция зеленого строительства охватывает все этапы: проектирование, строительство, эксплуатацию, обслуживание и утилизацию в конце срока службы, которые обеспечивают безопасность для здоровья людей, повышение производительности труда, разумное использование природных ресурсов и уменьшение воздействия на окружающую среду.

Зеленое строительство воспринимается как междисциплинарный подход, включающий не только энергоэффективность, чистые материалы и состояние окружающей среды, но и управление, экономию питьевой воды, транспортную доступность, сбор и переработку мусора, снижение выбросов парниковых газов, здоровье и благополучие людей и охватывает несколько основных направлений применения инновационных технологических решений и мероприятий.

Географические факторы и закономерности внедрения зеленых строительных технологий

Неоднородность природно-климатических, экологических, социально-экономических и политических условий непосредственно влияет на возможности внедрения и развития зеленых строительных технологий и определяет тот или иной вид этих технологий или некоторую их совокупность. В связи с этим наиболее интересным с географической точки зрения представляется изучение взаимосвязи расположения объекта зеленого строительства и оптимальной совокупности зеленых архитектурно-планировочных решений и инновационных конструктивно-технологических приемов.

К *климатическим факторам*, влияющим на проектирование и строительство зданий, относятся температура и влажность наружного воздуха, ветер и его направление и скорость, солнечная радиация на различно ориентированных поверхностях для различных широт, дневной и годовой ход естественной освещенности (рассеянной и суммарной), яркость ясного неба, облачность, вероятность пасмурного, полuyaсного и ясного неба, дождевые и снеговые осадки, снеговые нагрузки, вероятность и объем снегопереноса, глубина промерзания грунтов.

Экологические факторы складываются из данных о состоянии воздуха, воды, наличия стационарных источников химического, физического, бактериологического, визуального загрязнения окружающей среды.

Экономические факторы отражают текущее или современное состояние развития экономики мирового сообщества и экономики нашего государства, выраженное в претензиях или притязаниях сообщества или общества к продукции, что обусловлено категориями рыночных отношений «спрос» и «предложение», «конкуренция» и т.д., а также тенденциями развития других отраслей экономик.

Инновационные факторы — это совокупность факторов, отражающих уровень достижений науки и техники, способных оказать существенное влияние на совершенствование производственных процессов, применяемых комплексом и его отраслями на базе внедрения новой техники, технологии, прогрессивных форм организации труда и производства с целью повышения его эффективности. В этой связи большое значение приобретает определение соотношения затрат на внедрение новой техники, технологии, прогрессивных форм организации труда и производства и результатов, получаемых за счет внедрения достижений науки и техники. Сравнение этих показателей с показателями эффективности традиционного строительства позволяет оценить степень прогрессивности нововведений, определить целесообразность их использования.

Факторы социально-демографической среды способны влиять на эффективность строительных организаций, так как связаны со значительными расходами по участию предприятий в социально-экономическом развитии регионов в местах осуществления производственно-хозяйственной деятельности и затратами на создание благоприятных производственных и социально-бытовых условий их работников.

Политические факторы как факторы внешней среды в значительной степени оказывают влияние на эффективность строительных организаций, однако это влияние, как правило, является опосредованным через экономические или правовые факторы.

Выявленные географические факторы играют разную роль при выборе основных принципов и технологий зеленого строительства на различных территориальных уровнях. Попробуем проследить эти закономерности и выявить действие тех или иных факторов на особенности внедрения зеленых строительных технологий в России на макро-, мезо-, микротерриториальных уровнях.

Масштабные уровни внедрения зеленых строительных технологий

Макроуровень — это уровень климатических зон и подзон и соответствующие им ограничения на использование зеленых строительных технологий. Зеленые технологии можно внедрять везде, но не везде цены на эти технологии и спектр их одинаков. Так, для большей территории нашей страны главная проблема — холодный климат. Для строительства требуется определенная облицовка дома, которая зимой может удерживать тепло, и ряд других сберегающих тепло технологий.

Зональные различия носит и показатель комфортности климата для проживания населения и возможность использования нетрадиционных источников энергии.

Определить связь между зональными различиями и спектром возможных зеленых строительных технологий позволяет программа Climate Consultant [6]. Про-

грамма анализирует распределение климатических данных в виде физико-метрической диаграммы для выбранной территории, что позволяет предложить уникальный список рекомендаций по проектированию для конкретной местности. Climate Consultant используется для проектирования энергоэффективных, устойчивых зданий, каждое из которых уникально подходит для определенной территории на планете.

Психрометрический график отражает состояние влажного воздуха, чтобы обозначить зону комфорта для определенной местности. Температура воздуха откладывается по оси абсцисс, а абсолютная влажность и содержание влаги — по оси ординат. Представленный ниже динамический график показывает взаимосвязь между температурой и влажностью воздуха, комфортностью пребывания и рекомендуемые строительные стратегии, рассчитанные нами для природно-климатических условий Санкт-Петербурга (рис.).

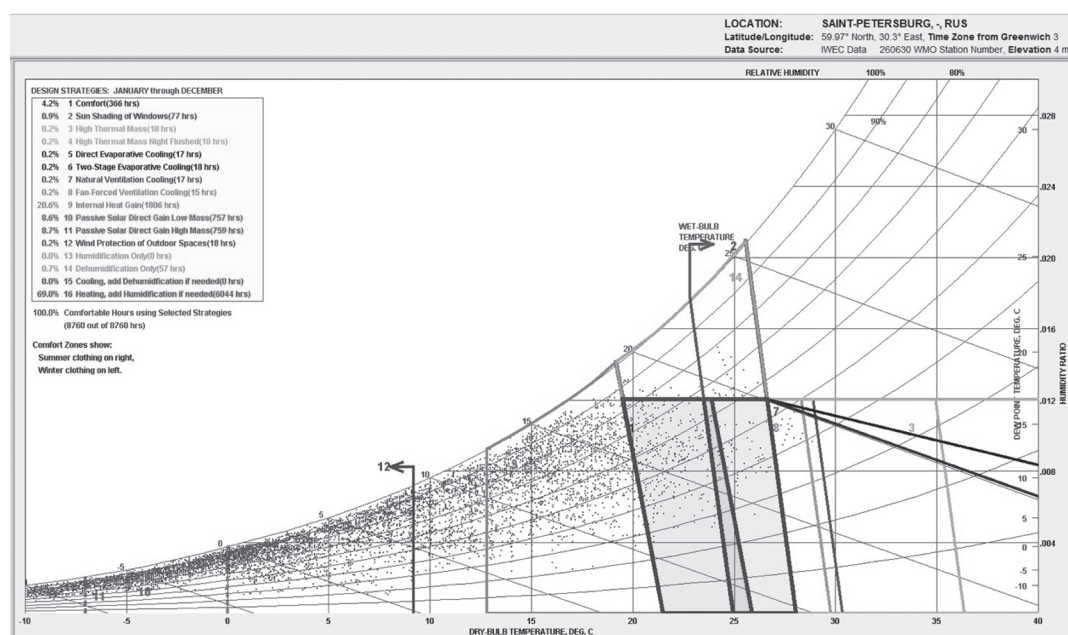


Рис. Физико-метрическая диаграмма г. Санкт-Петербург*
(Physical-metric chart of St. Petersburg)

* По материалам выпускной бакалаврской работы Ерохиной М. под руководством Король Т. МГУ. Москва, 2015.

Рассчитанный программой процент комфортности проживания в Санкт-Петербурге всего лишь 4,2%, однако предлагаемые строительные стратегии позволяют достичь требуемого уровня комфортности, работая в двух направлениях: технологические решения и снижение потребления ресурсов. В данном примере программа Climate Consultant на основе совокупного анализа климатических данных предлагает следующие мероприятия:

— для пассивного солнечного отопления большую площадь остекления располагать на южной стороне, чтобы максимизировать воздействие зимнего солнца, при этом конструкция навеса должна выступать для затенения в летнее время;

— обеспечить двойное высокопроизводительное остекление на запад, север и восток и, как уже говорилось, на юг для максимального прихода пассивной солнечной энергии;

— уменьшить в помещениях комфортную температуру в ночное время, чтобы снизить суммарное потребление энергии;

— крутые крыши с вентилируемым чердаком над хорошо изолированным потолком оптимальны в условиях холодного климата (дождь и снег не задерживается на крышах, предотвращая наледи);

— дополнительная изоляция (суперизоляция) в данном случае является экономически выгодной и увеличивает комфорт жильцов, сохраняя температуру в помещении более равномерной;

— традиционные пригородные дома и новые коттеджные поселки в холодном ясном климате должны иметь плотную конструкцию стен с центральным источником тепла, окнами на юг и крутой крышей для защиты от задержания снега и влаги;

— плитка или каменная облицовка фасадов (даже на деревянные стены) обеспечит достаточную поверхностную массу, чтобы сохранить зимой в дневное время солнечное тепло и летнее ночное «охлаждение».

На *мезоуровне* к климатическим факторам добавляются факторы социально-экономического развития территории, например, уровень экономического развития, уровень жизни населения, степень староосвоенности и застроенности территории, привлекательность для инвестиций в строительство, количество новых строительных проектов и готовых объектов, объемы загородного коттеджного строительства, отражающие коммерческую привлекательность внедрения зеленых строительных технологий, имеющиеся объекты зеленого строительства или сертифицированные здания, наличие ресурсной базы. С учетом цели работы представим эти факторы в общем виде, отметив, как они ограничивают возможности внедрения зеленых технологий.

Экономическая целесообразность внедрения зеленых строительных технологий опирается на преимущества зеленой сертификации зданий и сооружений. Это подтверждается растущим спросом на сертифицированные объекты со стороны компаний-арендаторов, предъявляющих определенные экологические требования к арендуемому пространству, что способствует улучшению распознаваемости бренда компании, снижению операционных затрат и уровня арендной платы [2].

Среди факторов, оказывающих негативное влияние на инвестиционную привлекательность внедрения зеленых строительных технологий, можно выделить следующие: сложные климатические условия, высокий уровень цен (стоимость аренды земли, рабочей силы, энергоресурсов, строительства), сокращение численности населения, нестабильность сроков реализуемых и планируемых к реализации инвестиционных проектов [9].

Микроуровень — это уровень устойчивого зеленого строительства, ландшафтно-экологического проектирования и благоустройства прилегающей территории. На этом уровне важны факторы микроклимата (влажность, скорость и направление ветра, освещенность и затенение, мезо- и микрорельеф), а также функцио-

нальное назначение территории и ее экологическое состояние. Использование данных показателей в комплексе позволяет определять для конкретного местоположения необходимые параметры комфортности здания.

Широкое внедрение компьютерного моделирования при решении различных задач зеленого строительства позволяет воссоздавать и анализировать ландшафтно-климатические условия территорий с помощью ряда специализированных компьютерных программ. На основе использования метеорологических данных и данных предпроектных исследований территории строится модель будущего здания или сооружения для расчета эффективности применения зеленых строительных технологий [10].

Созданную модель в дальнейшем можно просматривать в режиме визуализации, в режиме анализа дневного освещения, в режиме анализа солнечного затенения и др. Полученная модель здания может быть экспортирована в различные программы для дальнейшей специализированной обработки и экономического анализа:

- анализ выбросов газов для целей экологической сертификации и оценки снижения выбросов; анализ выбросов при максимальном использовании энергоэффективных технологий, в том числе с применением возобновляемых источников энергии; разработка эффективных мер по ограничению воздействия на окружающую среду;

- анализ солнечного затенения позволяет проанализировать трассировку солнечных лучей для оценки риска нежелательного затенения прилегающими зданиями и сооружениями; воздействие дневного света на светопропускающие системы и параметры комфортного пребывания в здании; качественная оценка тепловых нагрузок на здание;

- математическое моделирование динамических потоков, которое дает возможность проведения детального анализа состояния параметров воздуха и термических потоков внутри и снаружи зданий. Обычно применяются для анализа системы вентиляции, кондиционирования и отопления. Позволяет прогнозировать распространение дыма или взвешенных частиц при чрезвычайных ситуациях, техногенных или природных катастрофах. Выявляет критические зоны по ветровой нагрузке при планировании кварталов и микрорайонов;

- анализ потенциала и целесообразности применения возобновляемых источников энергии и экономический эффект; расчет экологической составляющей проекта и финансовой целесообразности использования возобновляемых источников энергии для генерации электричества и тепла;

- моделирование застройки разного масштаба с учетом особенностей ландшафта и микроклимата (условий затененности, ветровых нагрузок, оптимальной ориентации по сторонам света, спецификой рельефа и гидрологических условий). Основной задачей является подбор оптимального размещения здания на строительной площадке с точки зрения влияния направления и скорости ветра на людей, находящихся на данной территории [10].

Аналитический подход к проектированию в большей мере ориентирован на использование естественного потенциала зданий в создании вклада в «энергоэффективность» и «устойчивое экологическое развитие» и в меньшей мере — на зависимость от сложных и дорогостоящих систем жизнеобеспечения [11].

Выводы и результаты исследования

Зеленые строительные технологии — это сфера развития комплекса инновационных технологий, направленных на повышение эффективности использования ресурсов (энергии, воды, материалов) и комфортности проживания и на снижение влияния зданий на здоровье человека и окружающую среду в течение всего их жизненного цикла, что достигается через более качественное расположение, проектирование, строительство, использование, обслуживание и утилизацию зданий.

Сформулированная в исследовании концепция зеленого строительства охватывает все этапы строительного процесса и позволяет подойти системно к проблеме внедрения зеленых строительных технологий.

Географический подход во многом определяет эффективность использования зеленых строительных технологий в России. Неоднородность природно-климатических, экологических, социально-экономических и политических условий непосредственно влияет на возможности внедрения и развития зеленых строительных технологий и определяет набор и объем использования тех или иных видов технологий.

Влияние географических факторов на возможности внедрения зеленых строительных технологий по-разному проявляется на различных иерархических территориальных уровнях: на макро-, мезо- и микроуровнях.

Полимасштабный анализ влияния географических факторов на возможности применения зеленых строительных технологий показал:

- на глобальном территориальном уровне основную роль играет природно-климатическая зональность, определяющая показатели комфортности проживания населения и лимитирующая комплекс технологических приемов и решений;

- на мезоуровне проявляется влияние социально-экономических факторов, характеризующих уровень экономического развития региона, наличие ресурсной и производственной базы, инвестиционная привлекательность, эти показатели существенно нивелируют влияние природно-климатических факторов;

- на микроуровне (уровне устойчивого зеленого строительства и благоустройства прилегающей территории) важны микроклиматические факторы (влажность, скорость и направление ветра, освещенность и затенение, мезо- и микрорельеф), а также функциональное назначение территории и ее экологическое состояние.

Практические возможности применения технологий устойчивого экологического проектирования и зеленых строительных технологий позволяют рассчитать энергоэффективность, жизненный цикл, термический комфорт, дневное освещение, естественную вентиляцию, солнечное затенение, ориентацию зданий по отношению к сторонам света, а также решить задачу оптимального размещения здания на строительной площадке с точки зрения влияния направления и скорости ветра на людей, находящихся на данной территории.

Среди главных проблем, препятствующих активному распространению экологического строительства в России, можно назвать медленные процессы улучшения законодательства в сфере энергоэффективности и экологии, а также общее отсутствие понимания важности и необходимости зеленых стандартов как для бизнеса, так и среди представителей государственных структур. Также с финансовой точки зрения для проектов экологического строительства характерен дли-

тельный период окупаемости, что несет в себе дополнительные риски, учитывая текущую нестабильную макроэкономическую обстановку в России [3]*.

Предлагаемый подход перспективен при выборе спектра зеленых строительных технологий для территории России, характеризующейся значительными различиями как в природно-климатическом, так и социально-экономическом и экологическом отношении. Полимасштабный анализ отражает различия в возможностях и технологических особенностях внедрения инновационных строительных технологий, позволяет оценить перспективы и набор технологических решений и мероприятий для конкретной территории. Это позволяет решать прикладные задачи ландшафтно-экологического проектирования и зеленого строительства объектов разного назначения — новые загородные поселения (коттеджные поселки, микрорайоны малоэтажной застройки), городские кварталы и районы, частные загородные резиденции, объекты промышленного назначения в городской или пригородной черте.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Книгина Д. Экология сегодня — экономия завтра // Инженерные сооружения. № 3[5]. 2014. С. 38—41.
- [2] Георова М.С., Цубрович Я.А. Анализ востребованности «зеленых» технологий в России // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. № 5. 2015. С. 305—307.
- [3] Обзор рынка экологического строительства в России. Отчет Jones Lang LaSalle. 2014. [Электронный ресурс] URL: <http://www.jll.ru/russia/ru-ru/исследования/123/обзор-рынка-экологического-строительства-в-россии> (Дата обращения 14.07.2016).
- [4] Поляков А. Экологическое строительство — от мировой идеи к национальному стандарту // Вестник Российского Союза строителей. № 3. 2012. С. 28—29.
- [5] Поляков А. Обо всем в экологическом строительстве // ЭКО МОНИТОРИНГ. № 7. 2013. С. 41—47. [Электронный ресурс] URL: <http://www.rugbc.org/assets/files/2706/original/No7%20EcoMonitoring.pdf?1391412377%20title=> (Дата обращения 26.05.2016).
- [6] Climate Consultant [Электронный ресурс] URL: <http://www.energy-design-tools.aud.ucla.edu> (Дата обращения 10.05.2015).
- [7] Meteonorm [Электронный ресурс] URL: <http://www.meteonorm.com> (Дата обращения 10.05.2015).
- [8] Пискулова Н. «Зеленые» технологии в глобальной экономике. [Электронный ресурс] URL: http://russiancouncil.ru/inner/?id_4=508#top (Дата обращения: 24.05.2016).
- [9] Бродач М., Имз Г. Рынок зеленого строительства в России // Здания высоких технологий. 2013. С. 18—29. [Электронный ресурс] URL: http://zvt.abok.ru/upload/pdf_issues/9.pdf (Дата обращения 26.05.2016).
- [10] Табунщиков Ю.А., Бродач М.М. Математическое моделирование и оптимизация тепловой эффективности зданий. М.: АВОК-ПРЕСС, 2002.
- [11] Sayanov A.A. Features of a green infrastructure of cottage settlements // EFLA Regional Congress Green Infrastructure: from global to local. International conference proceedings Uppsala (Sweden), Sankt-Petersburg (Russia), 11—15 June 2012. SPb.: Polytechnic University Publishing House, 2012. P. 113.

© Король Т.О., 2017

* Король Т., Ерохина М., по материалам дипломной работы, 2015.

История статьи:

Дата поступления в редакцию: 21 октября 2016

Дата принятия к печати: 27 ноября 2016

Для цитирования:

Король Т.О. Роль природно-экологических факторов при внедрении зеленых строительных технологий в России // *Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности*. 2017. Т. 25. № 1. С. 155—168.

Сведения об авторе:

Король Татьяна Олеговна, кандидат географических наук, доцент, старший научный сотрудник кафедры рационального природопользования географического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова. Контактная информация: e-mail: t120277@yandex.ru

THE ROLE OF NATURAL AND ENVIRONMENTAL FACTORS IN THE INTRODUCTION OF GREEN BUILDING TECHNOLOGIES IN RUSSIA

T.O. Korol

Lomonosov Moscow State University
Leninskiye Gory, 1, Moscow, Russia, 119234

The research investigates the influence of natural and environmental factors on the prospects of introduction of green building technology in Russia. The classification and comparative analysis of green building technologies are based on the experience used in Russian and international practice. The author identified several geographic factors and explained their influence on the introduction of green building technologies at different regional levels. Specifics of the natural and environmental factors inventory in regard to combination of suitable green building technologies are shown in the example of a model city.

Key words: Green sustainable building, green building technologies, ecological construction, energy-saving technologies, natural and environmental factors, Russia

REFERENCES

- [1] Knigina D. Ecology today — save tomorrow. *Engineering structures*. 3 [5]. 2014. 38—41.
- [2] Egorova M.S., Tsubrovich J.A. Analysis of the demand for “green” technologies in Russia. *International Journal of Applied and Basic Research*. 5. 2015. 305—307.
- [3] Market Overview ecological construction in Russia. The report Jones Lang LaSalle. 2014 [electronic resource] URL: <http://www.jll.ru/russia/ru-ru/исследования/123/обзор-рынка-экологического-строительства-в-россии> (reference date 14/07/2016).
- [4] Polyakov A. Ecological construction — from the global to the national standard ideas. *Herald of the Russian Union of Builders*. 3. 2012. 28—29.
- [5] Polyakov A. About all the ecological construction // ECO MONITORING. Number 7. 2013. P. 41—47. [Electronic resource] URL: <http://www.rugbc.org/assets/files/2706/original/No7%20EcoMonitoring.pdf?1391412377%20title=> (reference date 26/05/2016).

- [6] Climate Consultant [Elektronny resource] URL: <http://www.energy-design-tools.aud.ucla.edu> (reference date 10/05/2015).
- [7] Meteonorm [electronic resource] URL: <http://www.meteonorm.com> (reference date 10/05/2015).
- [8] Piskulova A.N. “Green” technologies in the global economy. [Electronic resource] URL: http://russiancouncil.ru/inner/id_4=508#top (reference date: 24/05/2016)?.
- [9] Brodach M. Eames, the market of green construction in Russia // High-Tech Buildings. 2013. Pp. 18—29. [Electronic resource] URL: http://zvt.abok.ru/upload/pdf_issues/9.pdf (reference date 26/05/2016).
- [10] Tabunschikov Yu.A., Brodach M.M. *Mathematical modeling and optimization of thermal efficiency of buildings*. M.: Avoca PRESS 2002.
- [11] Sayanov A.A. Features of a green infrastructure of cottage settlements. EFLA Regional Congress Green Infrastructure: from global to local. International conference proceedings Uppsala (Sweden), Sankt-Petersburg (Russia), 11-15 June 2012. SPb.: Polytechnic University Publishing House, 2012. P. 113.

Article history:

Received: 21 October 2016

Revised: 27 November 2016

Accepted: 10 January 2016

For citation:

Korol T.O. (2017) The role of natural and environmental factors in the introduction of green building technologies in Russia. *RUDN Journal of Ecology and Life Safety*, 25 (1), 155—168.

Bio Note:

Korol T.O., PhD, Candidate of Geographical Sciences, Associate professor, Senior scientific employee of the Department of environmental management, Geographical Faculty of Lomonosov Moscow State University. *Contact information:* e-mail: t120277@yandex.ru