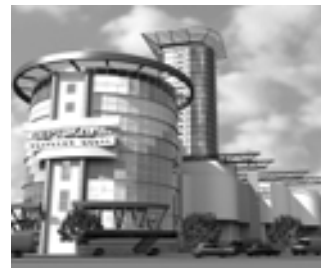

АРХИТЕКТУРА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ. ТВОРЧЕСКИЕ КОНЦЕПЦИИ АРХИТЕКТУРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ



УДК 721.11:574

DOI: 10.17673/Vestnik.2019.03.15

Т. Я. ВАВИЛОВА

ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ ЗАРУБЕЖНЫХ КОНЦЕПЦИЙ ЭКОЛОГИЗАЦИИ СРЕДЫ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

REVIEW OF MODERN CONCEPTS OF ENVIRONMENTALIZATION
OF THE LIVING ENVIRONMENT

Рассматривается проблема несоответствия действующих в России алгоритмов формирования среды жизнедеятельности глобальным тенденциям учёта целей «зелёной» экономики и задач повышения качества жизни. Объект исследования – новейшие зарубежные концепции экологизации, применяемые в градостроительстве и архитектуре. Предмет исследования – теоретические подходы и инновационные прикладные технологии, способствующие адаптации методов архитектурно-градостроительного проектирования к изменяющимся условиям окружающей среды. Цель исследования – выявление новых направлений повышения потребительских свойств среды жизнедеятельности. Осуществлен сбор информации из литературных и интернет-источников, её обобщение и анализ. Основные сведения о теоретических разработках были получены из отечественных и зарубежных научных журналов, в том числе представленных на портале E-library и мультимедийной платформе ScienceDirect компании Elsevier, а также из электронных библиотек ряда зарубежных университетов и специализированных научно-исследовательских организаций. Дана краткая характеристика таким зарубежным концепциям, как «природоохранное проектирование», «целесообразная технология», «оценка жизненного цикла», «Cradle to Cradle», «бережливое производство», «повторное использование», «планируемое устаревание» и «регенеративный дизайн». Выявлено, что большинство из них обусловлено необходимостью ресурсосбережения. Показано, что внедрению инновационных разработок в практику способствуют активные лабораторные исследования, переход на BIM-технологии, экономические стимулирующие механизмы и активная популяризация. Сделан вывод, что внедрение в практику

The problem of inconsistency of the life-forming environment and global trends forming algorithms in Russia is considered. Attention focused on taking into account the goals of a “green” economy and the tasks of improving the quality of life while regulating the parameters of urban planning and architectural decisions. The newest foreign concepts of ecologization had been study as an object of research. The subject of the research were theoretical approaches and innovative applied technologies that contribute to adapting the methods of architectural and town planning activities to changing environmental conditions. Identification of new ways to improve the consumer properties of the living environment has become the goal of the study. An integrated approach, collection of information from literary and online sources, compilation and analysis of thematic materials. The basic information about theoretical developments discovered in domestic and foreign scientific journals. They are present on the Russian portal E-library and on ScienceDirect – the Elsevier’s multidisciplinary platform. Some aspects were refined according to the information that posted on the websites of electronic libraries of a number of foreign universities and specialized research institutions. Brief description of such foreign concepts as “environmental design”, “appropriate technology”, “life cycle assessment”, “Cradle to Cradle”, “lean manufacturing”, “upcycling”, “planned obsolescence” and “regenerative design” prepared. Analysis of publications showed that the most popular topic is the need for resource conservation. Active laboratory research, transition to BIM-technologies, economic incentive mechanisms and active popularization contribute to the introduction of innovative resource-saving developments in practice. Currently, various aspects of the “green” economy considered in the natural Sciences, engineering, Humanities and Economics. One of the most important tasks of the modern stage of development of urban plan-

проектирования и строительства современных технологий, соответствующих задачам «зелёной» экономики, – важнейшая задача современного этапа развития градостроительства и архитектуры в России. В связи с этим синхронизация проблемного поля и методов градостроительных, архитектурных и инженерных исследований с ключевыми вопросами и технологиями устойчивого развития, которые разрабатываются в смежных естественно-научных, инженерных, гуманитарных и экономических сферах, является необходимым условием повышения качества среды жизнедеятельности.

Ключевые слова: градостроительство, архитектура, «зелёная» экономика, экологизация, качество жизни, потребительские свойства объектов

Введение. В России, как и в большинстве прогрессивных стран, экономика ориентируется на 17 глобальных целей, провозглашенных ООН в 2015 году в «Повестке дня в области устойчивого развития на период до 2030 года». Заложенный в неё системный подход призван обеспечить повышение качества жизни и предотвратить возникновение проблем в трёх основных взаимосвязанных сферах – экологической, социальной и экономической. К XXI в. «зелёная» экономика была признана наиболее эффективной формой реализации идей теории устойчивого развития, а следовательно, и повышения качества жизни [1]. Стратегия и тактика «зелёной» экономики базируется на целенаправленном улучшении состояния окружающей среды, снижении антропогенного воздействия на природу, следовании принципам экологизации и гуманизации урбанизированных территорий и субурбий [2–5].

Индикаторы устойчивого развития, используемые международным сообществом для оценки качества жизни, с недавнего времени стали отражаться в официальной информации на сайте Федеральной службы государственной статистики. Тем не менее, значительная часть показателей, связанных с экологизацией нашей экономики, не включается в отчёты. В частности, не отслеживается экологическое соответствие градостроительных и архитектурных решений задачам «зелёной» экономики. Это не только не согласуется с общемировыми тенденциями, но и говорит о недостаточном внимании, которое уделяется вопросам ресурсосбережения и инновациям.

В России фундаментальные основы инвариантных градостроительных методов были заложены ещё в прошлом веке. Идеи основоположников применения методов охраны окружающей среды – В.В. Владимирова, С.Б. Чистяковой, В.Л. Глазычева получили разви-

ning and architecture in Russia is the introduction into practice of design and construction of modern technologies corresponding to the tasks of the “green” economy. In this regard, the actual direction of science researches, which are associated with the optimization of urban planning, architectural and engineering solutions, is the synchronization of the field of sectoral problems with the key issues of sustainable development.

Key words: urban planning, architecture, “green” economy, ecologization, quality of life, application properties of facilities

тие в трудах В.А. Колясникова, А.Г. Большакова, В.А. Нефёдова и др. В начале XXI столетия в ряде отечественных докторских и кандидатских диссертаций были подняты вопросы экологизации градостроительных и архитектурных решений. Общие и частные проблемы рассматривались в работах О.Н. Сокольской (2012), А.В. Ищенко (2013), Д.В. Дарьенковой (2013), П.А. Шамеева (2014), Е.В. Мартыновой (2014), В.В. Прокопенко (2015), З.К. Петровой (2016), Д.Г. Гриценко (2016), М.А. Слепнева (2017), И.А. Тигановой (2017), Ю.М. Моисеева (2017), В.Д. Оленькова (2018) и др. В теорию новейшей современной экологической архитектуры внесли вклад А.В. Воронина (2012), А.П. Раков (2013), Е.В. Денисенко (2013), Е.А. Сухина (2014), О.О. Смолина (2017), Я.И. Радулова (2017) и др. Некоторые концептуальные, типологические и технологические аспекты архитектурного проектирования экологичных зданий стали предметом диссертационных исследований А.А. Воронина (2012), А.В. Рябова (2012), И.В. Ждановой (2013), И.Н. Бутыревской (2013), Я.Ю. Усова (2013), А.Д. Гридюшко (2013), Е.В. Купцовой (2014), П.П. Семикина (2014), Л.В. Желнаковой (2017) и др.

Анализ выполненных в России диссертационных, а также исследований опубликованных за последнее десятилетие научных статей позволяет констатировать, что динамика продвижения актуальных направлений фундаментальных и прикладных научных исследований, которые должны быть нацелены на формирование практических разделов «зелёной» экономики и формализацию экологических свойств урбанизированных территорий, зданий и сооружений, не соответствует задачам инновационного продвижения страны. В исследовательское поле отечественной градостроительной и архитектурной науки не вошёл широкий диапазон проблем, решение которых способствует

повышению качества жизни. Поэтому особый интерес представляют современные зарубежные концепции экологизации среды жизнедеятельности, а также опыт их воплощения на практике.

Материалы и методы. Многомерность категорий и понятий, применяющихся в настоящее время для оценки качества среды жизнедеятельности [6], потребовала привлечения комплексного подхода, который включал сбор обширного материала из литературных и интернет-источников, его систематизацию и анализ. Это позволило обнаружить ключевые точки соприкосновения науки и практики, выявить наиболее перспективные концепции экологизации среды жизнедеятельности и найти подтверждение реализации их методов в архитектурно-градостроительной практике. Рассмотрим важнейшие положения, позволяющие охарактеризовать теоретический фундамент и современный уровень разработанности проблемы.

1. Для определения стратегии развития современной экономики принципиальное значение имеет содержание понятия «**качество жизни**». Одним из наиболее авторитетных считается мнение, высказанное в коллективной работе, которая выполнялась под руководством нобелевских лауреатов из США Дж. Стиглица и А. Сена при участии известного французского экономиста Ж.-П. Фитоусси. В 2009 г. результаты исследования были опубликованы на платформе Еврокомиссии [7]. В итоговом докладе обозначено три концептуальных подхода к измерению качества жизни: а) субъективная оценка благополучия (удовлетворённость человека семейной жизнью, трудовыми и финансовыми условиями); б) анализ функциональных возможностей (здравоохранение, образование, личная активность, политические свободы и управление, общественные связи, условия окружающей среды, личная безопасность, экономическая защищённость); в) измерение справедливого распределения. Авторами были сделаны следующие выводы:

- главную информацию о качестве жизни дают показатели субъективного благополучия;
- качество жизни зависит от объективных условий жизни людей, и поэтому необходимо предпринимать шаги по совершенствованию сфер здравоохранения, образования, условий для личной деятельности, политической активности, налаживания социальных связей по улучшению качества окружающей среды и обеспечению безопасности;
- показатели качества жизни во всех охватываемых ими аспектах должны оцениваться комплексно и с учётом значимости (весомости);

– статистика должна содержать информацию об индикаторах качества жизни [8].

Таким образом, качество жизни в значительной степени определяется состоянием среды жизнедеятельности, потребительские свойства которой в контексте задач «зелёной» экономики зависят от выбора экологических и социальных стратегий и тактики применения экономических механизмов их реализации.

2. **Уровень экологизации экономики Российской Федерации** отражается в Глобальном индексе «зелёной» экономики (Global Green Economy Index™ – GGEI), который с 2014 г. представляет американская консалтинговая компания Dual Citizen. Мониторинг результатов нашей страны проводится с 2016 г. Методология GGEI основана на принципах, изложенных в «Справочнике по конструированию комплексных индикаторов» международной Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР) [9]. Показатели GGEI объединены в следующие группы: 1) лидерство и изменение климата; 2) сектора эффективности; 3) рынки и инвестиции; 4) окружающая среда. Используемая система позволяет учитывать, что сфера недвижимости вносит значительный вклад в загрязнение окружающей среды и обладает высоким потенциалом снижения негативного воздействия.

Данные о внедрении «зелёных» технологий в строительную отрасль входят первым пунктом во вторую группу. В качестве индикатора соответствия в GGEI используются официальные сведения Совета по «зелёному» строительству США (United States Green Building Council, USGBC), в которых фиксируется динамика сертификации зданий по самому авторитетному на сегодняшний день экологическому стандарту – LEED (Leadership in Energy and Environmental Design). Изучение открытых баз данных показывает, что в Российской Федерации на начало 2019 г. было сертифицировано 39 зданий и проектов, в Чехии – 49, Венгрии – 55, Германии – 327, Бразилии – 526, Китае – 1487, Канаде – 3200, США – 33 237 [10]. Для сравнения: к 2019 г., т. е. за 4 года существования российской системы «зелёных» стандартов GREEN ZOOM – с момента её учреждения в 2015 г., сертификатов отечественного образца удостоились лишь 47 объектов недвижимости.

Помимо зданий, в рейтинге GGEI применяется оценка секторов, без которых немаловажна жизнь современного человека: транспорт, туризм, энергетика, а также эффективность использования ресурсов. По совокупности результатов GGEI за 2018 г. Россия оказалась на 105-м месте из 130 стран-участниц. В лидирующую десятку вошли Швеция, Швейцария,

Исландия, Норвегия, Финляндия, Германия, Дания, Тайвань, Австрия и Франция. Китай оказался на 27-м месте, США – на 30-м, Бразилия – на 32-м, Индия – на 35-м, ОАЭ – на 58-м. Очевидно, что верхние позиции заняли страны, в которых различным технологиям экологизации уделяется пристальное внимание со стороны управленческих структур, научного сообщества и бизнеса [11].

3. Несмотря на усиление интереса к проблемам устойчивого развития [12–18], в тематике современных российских исследований по архитектуре имеется методологический пробел: стратегические и тактические вопросы «зелёной» экономики изучены поверхностно, а инновационные методы, которые способствуют повышению качества жизни, разрабатываются и внедряются фрагментарно, без активного привлечения междисциплинарного подхода. Поэтому пристальное внимание следует уделить **современным зарубежным концепциям экологизации среды жизнедеятельности**, которые воплощаются на практике. Рассмотрим некоторые из них.

3.1. **«Природоохранное проектирование»** (“design for the environment” – DfE, “sustainable environmentally design”, “environmentally conscious design”, “eco-design” и т. п.). Подход, который имеет несколько близких по смыслу названий, связан с идеей снижения в течение всего жизненного цикла услуги воздействия продукта, процесса или услуги на здоровье человека и окружающую среду. Истоки подхода связаны с программой предотвращения загрязнения, которая реализуется с 1992 г. Агентством по охране окружающей среды США (EPA) и с 2015 г. стала именоваться как «Безопасный выбор» [19]. Отправной точкой природоохранного проектирования стал диалектический подход, позволивший первоначально связать экологические проблемы с методами строительной физики, которые распространяются и на строительные площадки, и на объекты недвижимости. Благодаря этому в Великобритании к началу XXI в. были созданы условия междисциплинарной интеграции учёных и проектировщиков. В 1999 г. коллективом, объединившим учёных из разных университетов, был опубликован аналитический обзор научных основ и передовой практики экологического строительства. Как отметил редактор монографии доктор наук R. Thomas, «проектирование начинается с участка и продолжается посредством выбора формы, выбора материалов и разработки инженерных систем, которые обеспечивают то, что не могут природная среда и строительство. В экологически ответственной архитектуре нет четкого раз-

личия между архитекторами и инженерами». Во втором разделе книги была представлена информация о построенных и реконструированных зданиях, в которых нашёл применение экологический подход. Работа с конкретными объектами стала частью экспериментов, проведённых с целью совершенствования национальной системы экологической сертификации зданий BREEAM [20].

Наряду с требованиями тщательного учёта интересов природы, в рамках природоохранного проектирования в Великобритании постепенно актуализировались критерии потребительского качества антропогенных объектов. В конце XX в. процесс разработки и внедрения системы экологической сертификации сопровождался обновлением показателей, характеризующих средовой комфорт, в том числе термические, визуальные и акустические условия, качество воздуха в помещениях, электромагнитные поля и статическое электричество. Ведущее место отводилось разработке критериев, позволяющих проектировать здания, которые не просто позволяли избежать болезней, но даже способствовали улучшению здоровья. Для негативной оценки объектов был даже предложен термин – «синдром больного здания». При этом стала очевидной необходимость выявления измеримых пределов или диапазонов для каждого из факторов окружающей среды, в том числе с учётом их вероятных взаимодействий [21].

Одним из драйверов природоохранного проектирования стало Решение № 1600/2002/ЕС Европейского парламента и Совета от 22 июля 2002 г. о разработке Шестой программы действий сообщества в области окружающей среды, рассчитанной на десятилетний срок. Цели Программы соответствовали ключевым экологическим приоритетам в следующих областях: изменение климата; природа и биоразнообразии; окружающая среда, здоровье и качество жизни; природные ресурсы и отходы. В число главных задач были включены: содействие высокому уровню качества жизни и социальному благополучию граждан, поддержание качества среды обитания, которое не вызывает негативного воздействия на здоровье человека и окружающую среду, и поощрение устойчивого развития городов [22].

Разработка синергетического подхода как важнейшего инструмента природоохранного проектирования приобрела популярность в первое десятилетие XXI в. Её становление происходило практически параллельно с внедрением в проектирование цифровых технологий. С помощью интегрированных систем строительного проектирования (Integrated Building

Design System – IBDS) – предвестников BIM появились новые возможности для регулирования взаимосвязанных параметров градостроительных решений, формы зданий, дизайна фасадов и осуществления подбора строительных материалов. Эпоха BIM началась в 2002 г. благодаря инновационным разработкам компании Autodesk. Это позволило постепенно придать процедуре целенаправленного энергосберегающего проектирования структурированный характер. В ней выделяется четыре ключевых направления – энергосбережение, предпроектные исследования, конструирование и обслуживание зданий. В разных странах мира предпринимаются попытки выявления принципов устойчивого проектирования. В фокусе внимания оказываются факторы, от которых зависят энергетические показатели и достижение необходимого комфорта: пассивный солнечный дизайн, дневное освещение, естественная вентиляция и критерии комфорта [23].

Одним из эффективных способов экологизации среды жизнедеятельности в поселениях считается формирование «зеленой» инфраструктуры. За несколько десятилетий различные аспекты этой концепции изучались в таких дисциплинах, как ландшафтная архитектура, ландшафтная экология и планирование. В ходе дискуссии и поиска лучших подходов к пониманию механизмов была осознана необходимость междисциплинарного сотрудничества теоретиков и практиков. Это подтверждается, в частности, в работе учёных архитектурного факультета из Университета Ааалто (Финляндия), в которой были исследованы три финских города – Вантаа, Тампере и Ювяскюля, население и власти которых оказались заинтересованными в разработке и внедрении новых стратегий формирования экологической инфраструктуры застроенной среды. К работе было привлечено 23 официальных специалиста (архитекторы, ландшафтные архитекторы, инженеры и эксперты в области естественных наук) из департаментов городского планирования, а также четыре исследователя в области ландшафтной архитектуры и городского планирования [24].

3.2. В конце XX – начале XXI в. поводом для возникновения в западных странах целого ряда схожих по философской и инженерной основе направлений экологизации среды жизнедеятельности стала актуализация проблем **ресурсосбережения**. В 2012 г. Еврокомиссия закрепила необходимость ресурсосбережения в «Манифесте за ресурсоэффективную Европу» [25].

В рамках общего движения наибольший общественный и научный резонанс вызвали следующие **концепции**:

– **«целесообразная»** (экологически приемлемая) технология» («appropriate technology») и родственные прикладные подходы – «эколотек» («natural building»), и «автономное здание» («autonomous building»);

– **«Cradle to Cradle»** («от колыбели до колыбели»);

– **«бережливое производство»** (“lean manufacturing”, “lean production”) и «теория ограничений» (“theory of constraints (TOC)”);

– **«повторное использование»** («recycling») и «творческое повторное использование» («creative reuse»);

– **«планируемое устаревание»** (“planned obsolescence”, “built-in obsolescence”);

– **«регенеративный дизайн»** (“regenerative design”).

Каждая из этих концепций опирается на методологию научной оценки **«экологического следа»** и **«жизненного цикла»**.

Появление теории «экологического следа» зданий закономерно выводит на передний план науки проблему синхронизации градостроительных, архитектурных, конструктивных и инженерных решений с позиций системного метода. Опираясь на законы физики, термодинамики, биологии, микробиологии, экологии, медицины и других фундаментальных наук, ученые первой четверти XXI в. формируют целостное понимание методологии проектирования застройки и зданий в соответствии с глобальными целями устойчивого развития. Как отмечают Vallero D.A., Brasier C., руководства по энергетическому и экологическому проектированию LEED, BREEAM и Green Globes, которые появились для стимулирования экологизации средового дизайна и строительства, позволили переместить на более ранние этапы разработки проекта оценку воздействия объекта на окружающую среду. Благодаря внедрению BIM, кардинально изменившему процесс проектирования, стало возможным вариантом (альтернативное) моделирование, позволяющее выбрать для реализации оптимальное решение [26].

Теория «жизненного цикла», зародившаяся в США в 1940-е гг. и получившая признание в конце 1950-х гг. [27], сравнительно недавно стала распространяться на сферу строительства и архитектуры. В большинстве стран Евросоюза в начале XXI в. основным стимулом стала реализация концепции циркулярной экономики. Её полномасштабное внедрение сопровождается обновлением законодательных актов, продвижением комплексных инициатив. Наиболее эффективными инструментами стали экодизайн и энергетическая маркировка (Ecodesign and Energy Labelling),

экологическая маркировка ЕС (EU Ecolabel), «зелёные» государственные закупки (Green Public Procurement, GPP) и схема расширенной ответственности производителей (Extended Producer Responsibility, EPR) [28].

В 2011 г. была опубликована фундаментальная работа, посвящённая оценке жизненного цикла застройки городских территорий. Её автором стал австралиец R. Crawford. Автор изложил основы оценки жизненного цикла и на примере проведённых тематических исследований продемонстрировал методы инновационного гибридного подхода, который опирался на затраты и результаты показателей жизненного цикла. Исследованию были подвергнуты такие элементы сферы недвижимости, как жилое здание, коммерческое офисное здание и ветряная турбина, а также отдельные компоненты зданий, в частности фотоэлектрическая система энергоснабжения жилья. Применялся всесторонний анализ потребностей в ресурсах, а также экологических результатов. Он позволил выявить потенциальные последствия строительства или инфраструктурной системы на окружающую среду. Были представлены и продемонстрированы возможности методики оценки жизненного цикла реализованных экопроектов, а также преимущества алгоритма оценки экологических показателей проектов. R. Crawford предложил подход, позволяющий сравнивать варианты дизайна зданий на протяжении всего жизненного цикла и определять пути улучшения их экологических показателей [29].

Датские учёные В. Goldstein и F.N. Rasmussen исследовали результативность экологической деятельности в некоторых городах Австрии, Австралии, Великобритании, Канады, Китая, Португалии, Финляндии и Южно-Африканской Республики. Опираясь на работы многочисленных предшественников, они предложили внедрить дифференцированные подходы в оценку жизненного цикла (ОЖЦ) зданий и поселений. Для зданий ключевыми компонентами стали материалы, модель потребления энергии, использование воды, методы строительства и технологии утилизации. Основные учтённые категории потребления при строительстве поселений – это строительная техника, металлы, пластмассы, продукты питания, древесина, топливо (транспорт и отопление), вода, электроэнергия, производство отходов (твёрдых, жидких, газообразных). В работе было отмечено, что методология ОЖЦ стала более целостной в результате развития систем экологической сертификации (BREEAM, DGNB и др.) и параллельной разработке стандартов. Например, согласование подходов к структу-

рированию и оценке воздействия жизненного цикла здания на окружающую среду обеспечивает ISO/TC 59 SC 17 и серия европейских стандартов CEN/TC 350 по оценке устойчивости зданий и сооружений [30].

4. Новая парадигма целостного системного мышления вызвала в **Европе и Северной Америке трансформацию традиционных представлений о роли градостроительства и архитектуры**: сообщество проектировщиков стало внимательнее относиться к экологическим свойствам зон проектирования. Трансляция популярных концепций ресурсосбережения в сферу развития среды жизнедеятельности привела к разработке гипотез о том, что традиционные технические знания о бетоне, стали, других материалах и методах должны дополняться пониманием их происхождения, оценкой климата и микроклимата, геологических и биологических систем. Постепенно была сформирована точка зрения, что самое важное в деятельности архитекторов и инженеров – это понимание непрерывных, регенеративных процессов или циклов, встречающихся в природе [26].

В зонах урбанизации одной из самых масштабных является проблема утилизации строительных отходов. Их доля в общих объёмах накопления по оценке австралийских учёных достигает 40 % [31]. Исследовательский альянс архитектора W. McDonough и химика M. Braungart – авторов концепции «Cradle to Cradle» (2002), привёл к разработке оригинального видения условий применения вторичных ресурсов (материалов). Была предложена двухчастная классификация ресурсов: или как биологических, или как технических питательных веществ. По гипотезе учёных «биологические питательные вещества» – это продукт, который после использования предназначен для возвращения в биосферу для вовлечения в биологический цикл. По аналогии, «технические питательные вещества» – это тоже сырьевые ресурсы, которые по истечении срока эксплуатации должны быть возвращены в технический цикл, в промышленный метаболизм, из которого они появились [32]. На протяжении многих лет концепция «Cradle to Cradle» активно обсуждается в научных кругах. В частности, высоко оценивая её теоретическую основу, голландские учёные M.E. Toxopeus, B.L.A de Koeijera, A.G.G.H. Meij, отмечают, что эффективность практического внедрения этого инновационного подхода в значительной мере зависит от взаимопонимания предприятий-партнёров и от синхронности процедур сертификации продукции [33].

Особенностью современного этапа развития ресурсосберегающих технологий является не только их совершенствование, но

и общественное признание. Один из наиболее сложных вопросов – это выбор лучшей (приемлемой) технологии. В условиях рыночной конкуренции разработка объективной системы оценки становится одной из трудно разрешимых задач. Рассмотрим пример. Попытка получения обобщающих выводов была предпринята молодыми учёными из США (М. Bauer, А. Brown), которые были привлечены к оптимизации систем отопления жилья общины Уэствуд в Денвере (штат Колорадо). Жители указали на серьезные проблемы со здоровьем, безопасностью и качеством жилья. Проблема усугублялась высокой стоимостью отопления, так как система не соответствовала теплотехническим характеристикам зданий. В ходе исследования учёными было проанализировано более 50 научных трудов, что позволило выявить 49 показателей, необходимых для комплексной оценки. Опираясь на концепцию устойчивого развития общин, для выбора лучшего решения был проведён социологический опрос, к которому привлекалось три группы экспертов – «заинтересованные организации», «местное население» и «пользователи». В ходе обсуждений стороны согласились, что облегчить расходы поможет оборудование зданий системами солнечного отопления [34].

В контексте идей природоохранного проектирования с 2009 г. в странах Европейского Союза учитываются требования Директивы по экологическому проектированию (2009/125/ЕС), обусловленные необходимостью снижения энергопотребления продукции. Действие Директивы распространяется как на промышленную и бытовую технику, так и на строительное сырьё, материалы, инженерную оснастку зданий и объекты недвижимости в целом. Важнейшим отличием этого документа от ранее действовавших предписаний стало условие, что добиваться сокращения потребления ресурсов (энергии, материалов, воды и др.) и снижения негативных экологических последствий (выбросы загрязняющих веществ, отходы и др.) следует уже на этапе проектирования (разработки). Минимальные экологические требования назначаются для каждой группы продуктов. Если продукция не соответствует определённым критериям, то запрещается к продаже и использованию [35]. В мае 2010 г. отдельные положения были уточнены в Директиве 2010/31/EU об энергетических показателях зданий [36]. Следующим шагом повышения энергоэффективности сферы недвижимости стала Директива 2012/27/EU, согласно которой государства-члены ЕС должны были к 30 апреля 2014 г. представить национальные планы действий в области энергосбережения

с изложением принятых программ экономии энергии. В июле 2014 г. Европейская комиссия объявила о новой цели – повышении к 2030 г. энергоэффективности на 30 % [37]. Последнее обновление целевых показателей 2030 г. произошло в декабре 2018 г.: целью стало повышение энергоэффективности на 32,5 % [38].

Совершенствование методологии устойчивого развития среды жизнедеятельности в европейских странах сопровождается мониторингом внедрения экологических инноваций, который Еврокомиссия проводит с 2010 г. Обеспечение **энергоэффективности** зданий является одним из критериев оценки сферы строительства [39]. Ознакомление с многолетними результатами за 2010–2017 гг. позволяет выявить страны, стабильно входящие в группу экологических лидеров. Это Дания, Германия, Финляндия и Швеция. Кроме того, верхние строчки рейтинга занимают Австрия, Великобритания, Испания, Ирландия, Люксембург, Нидерланды и Словения.

Весомый вклад в достижение высоких показателей в этих странах вносят учёные. В новейших научных исследованиях тематика повышения потребительских свойств среды жизнедеятельности практически всегда рассматривается с позиций экологизации. К примеру, в 2019 г. была опубликована статья междисциплинарной команды, в которую входили представители нескольких вузов Великобритании. Они пришли к выводу о необходимости перехода к экономике, основанной на внедрении рециклинга во все сферы деятельности. Был сделан вывод, что для создания инфраструктуры повторного использования материалов необходимо укрепление межотраслевых и межсекторальных связей, разработка инструментов, стратегий, стандартов и дорожной карты, привлечение огромного количества информационных данных. Их обработка с помощью цифровых технологий, включая BIM, позволяет оценить эффективность повторного использования ресурсов, которые высвобождаются в результате реконструкции или сноса зданий. Отмечалось, что инновации открывают новые возможности для совершенствования инфраструктуры и приводят к увеличению природоохранного эффекта [40].

В работе шведского учёного М. Kurdve обращено внимание на то, что внедрение цифровых технологий является необходимым условием в практике бережливого производства. В строительной сфере концепции «бережливого производства» соответствуют индустриальные методы и стандартизированные технологии реализации тиражируемых проектных решений. Именно такие методы используются

при возведении массового жилья. Анализ перспектив развития деревянного домостроения привёл к выводам о том, что цифровые технологии производства позволяют добиться максимально высокого качества сборки в результате отказа от трудоёмкой механической обработки изделий [41].

Ещё одна проблема, которой в Швеции уделяется пристальное внимание – повышение энергоэффективности зданий. В последние годы акцент смещается в сторону реновации существующих объектов. Группа учёных из Гётеборга, применяя математические модели описания состояния компонентов, определила три основные части здания, изменение параметров которых влияет на энергопотребление: окна, фасады и крыша. С учётом положений методологии жизненного цикла было подготовлено несколько сценариев их периодического (поддерживающего) и капитального ремонта (реновации). Удалось выявить, что игнорирование экономической оценки результатов реновации приводит к переоценке её потенциальных выгод. Исследователи пришли к выводу, что энергетическое обновление, отложенное на конец жизненного цикла, ограничивает возможности оптимизации параметров энергоэффективности. Более того, ухудшение условий эксплуатации приводит к сокращению срока службы здания, так как при запоздалой реконструкции не обеспечивается достижение желаемых результатов в полной мере [42].

5. Глобальный масштаб экологических проблем и стремительное развитие цифровых интеллектуальных систем вывели на передовые позиции **«зелёные» технологии Азии**. В значительной степени этому способствовало проведение в Сингапуре в 2012-2015 гг. Всемирных архитектурных фестивалей, где, как никогда прежде, акцент был сделан на инновациях.

По активности проведения научных исследований выделяется несколько азиатских стран – Вьетнам, Египет, Индия, Индонезия, Иран, Китай, Малайзия, Объединённые Арабские Эмираты и Сингапур.

В двух странах (Египет и Малайзия) внимание акцентируется на концепции «бережливое производство». Так, например, целью одного из недавних исследований в Египте стало изучение роли бережливого производства в деле совершенствования принципов устойчивого проектирования и строительства. Для достижения этой цели были использованы два подхода – анализ применяемых в Европе и Северной Америке систем экологической сертификации зданий (BREEAM, BEPAC, LEED) и публикаций по их внедрению, а также обобщение методологий в корреляционной матрице. Выводы по

применению интегрированных принципов бережливого производства и устойчивости приняли форму рекомендаций для местных архитектурных, инженерных и строительных компаний [43].

Самые благоприятные условия для внедрения экологических инноваций созданы в настоящее время в Китае. В этой стране проводятся фундаментальные и прикладные исследования по широкому кругу вопросов: оценивается международный опыт экологизации моделей градостроительства [44], осуществляется поиск путей совершенствования технологий производства и распределения энергетических ресурсов, оптимизации алгоритмов формирования и эксплуатации региональных сетей энергоснабжения и региональных показателей оценки энергетики в программах территориального планирования [45], разрабатываются новые технологии инженерного оборудования, обеспечивающие комфорт пребывания людей в зданиях [46]. Для целей продления жизненного цикла объектов культурного наследия привлекаются средства имитационного моделирования [47]. Тщательным образом изучаются европейские и американские научно обоснованные стратегии, тактика реконструкции исторически сложившейся застройки и преобразования традиционных поселений в эко-города [48]. Реальным успехам китайских проектировщиков способствовало создание в ведущих университетах страны научных центров, занимающихся вопросами устойчивого развития среды жизнедеятельности. Одна из самых разветвлённых лабораторных сетей, в которой сразу несколько научных коллективов изучают проблемы экологизации, создана в Университете Цинхуа.

Результаты исследования. Изучение зарубежного опыта позволяет выделить несколько приоритетных концепций, влияющих на тематику проводимых в разных странах академических и отраслевых научных исследований, а также на разработку практических методов «зелёной» экономики.

В течение первой четверти XXI столетия в теоретических исследованиях учёных Европы, Северной Америки и Азии было сформировано и детализировано два основных подхода: «природоохранное проектирование», которое связано с идеей снижения общего воздействия градостроительной деятельности на окружающую среду и здоровье человека, а также «ресурсосберегающий подход», нацеленный на сокращение потребления (изъятия) ресурсов. В рамках последнего получили распространение такие концепции, как «Cradle to Cradle» («от колыбели до колыбели»); «бережливое производство» («lean manufacturing», «lean

production») и «теория ограничений» («theory of constraints (ТОС)»); «повторное использование» («recycling») и «творческое повторное использование» («creative reuse»); «планируемое устаревание» («planned obsolescence», «built-in obsolescence»), «регенеративный дизайн» («regenerative design»).

Эффективность практического применения ключевых концепций экологизации связана с системным подходом, который обеспечивается при разработке проблем в самых разных отраслях экономики и сферах – научной и образовательной (разработка методологии, проведение экспериментов, распространение и популяризация передового опыта), градостроительной (мониторинг, социально-функциональное прогнозирование, проектно-градостроительное моделирование, нормативно-правовое и экономико-градостроительное регулирование); правовой (расширение прав граждан и организаций, участвующих в программах реновации и др., а также ограничение прав нарушителей программ); административной (партисипаторные технологии, превентивные и радиальные методы) и финансовой (поддержка, стимулирование, применение санкций).

Выводы. Экологизация среды жизнедеятельности в Российской Федерации – одна из важнейших задач современного этапа развития градостроительства и архитектуры. Процесс экологизации, являясь частью общемирового движения по пути устойчивого развития, может быть обеспечен целенаправленным и последовательным внедрением в практику проектирования и строительства современных технологий, соответствующих задачам «зелёной» экономики.

В связи с этим ключевые вопросы устойчивого развития, которые рассматриваются в естественно-научных, инженерных, гуманитарных и экономических научных специальностях, становятся фактором корректировки проблемного поля отечественных градостроительных и архитектурных исследований. Решение вопросов синхронизация актуальных задач «зелёной» экономики и возможных направлений развития архитектурной науки связано с созданием условий, позволяющих проводить моделирование различных процессов. Как показывает передовая зарубежная практика, эффективность внедрения экологических инноваций повышается в результате перехода к ВИМ, а для получения востребованных обществом прогнозов и достоверных результатов необходимо создание профильных и межотраслевых научно-исследовательских (лабораторных) центров – академических, университетских и корпоративных.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бобылев С.Н., Захаров В.М. «Зелёная» экономика и модернизация. Эколого-экономические основы устойчивого развития // Бюллетень Института устойчивого развития Общественной палаты РФ «На пути к устойчивому развитию России». 2012. № 60. 90 с. URL: http://www.ecopolicy.ru/upload/File/Bulletins/B_60.pdf.
2. Ильичев В.А., Колчунов В.И., Бакаева Н.В. Принципы стратегического планирования развития территорий (на примере федеральной земли Бавария) // Вестник МГСУ. 2019. Т. 14. Вып. 2 (125). С. 158-168. DOI: 10.22227/1997-0935.2019.2.158-168.
3. Никонов С.М. К «зелёной» экономике через «зелёные» финансы, биоэкономику и устойчивое развитие // Русская политология. 2017. № 3 (4). С. 12–15.
4. Медовый А.Е., Медовый В.В. Инструменты «зелёной» экономики в стратегиях развития рынка недвижимости России // Вестник экспертного совета. 2017. № 2 (9). С. 57–61.
5. Медведева Л.Н., Козенко К.Ю., Комарова О.П. Продвижение зеленых технологий как основа для стратегического развития городских и сельских поселений России // Фундаментальные исследования. 2015. № 11. С. 1009–1113. URL: <http://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=39550>.
6. Теличенко В.И. «Зелёные» технологии среды жизнедеятельности: понятия, термины, стандарты // Вестник МГСУ. 2017. Т. 12. Вып. 4 (103). DOI: 10.22227/1997-0935.2017.4.364–372.
7. Stiglitz J.E., Sen A., Fitoussi J.-P. Report by the Commission on the Measurement of Economic Performance and Social Progress. 2009. 291 p. URL: http://ec.europa.eu/environment/beyond_gdp/download/CMESP-final-report.pdf.
8. Стиглиц Д., Сен А., Фитусси Ж.-П. Неверно оценивая нашу жизнь: почему ВВП не имеет смысла? Доклад Комиссии по измерению эффективности экономики и социального прогресса. М.: Изд-во Института Гайдара, 2016. 216 с. URL: <http://institutions.com/download/books/2966-neverno-ocenivaya-nashu-zhizn-pochemu-vvp-ne-imeet-smysla.html>.
9. Handbook on Constructing Composite Indicators. Methodology and User Guide. 2008. OECD PUBLICATIONS. FRANCE. 158 p. URL: <http://www.oecd.org/sdd/42495745.pdf>.
10. Country Market Brief: United States. URL: <https://www.usgbc.org/advocacy/country-market-brief>.
11. 2018 Global Green Economy Index (GGEI). URL: <https://dualcitizeninc.com/global-green-economy-index/>.
12. Generalova E., Generalov V., Kuznetsova A. Innovative solutions for building envelopes of bioclimatical high-rise buildings // Environment. Technology. Resources. Proceedings of the 11-th International Scientific and Practical Conference. 2017. Pp. 103–108.

13. *Ахмедова Е.А., Жоголева А.В.* Кластерные стратегии устойчивого развития агломерации на примере Самарско-Тольяттинской агломерации // Градостроительство и архитектура. 2017. Т. 7, № 4 (29). С. 88–92. DOI: 10.17673/Vestnik.2017.04.15.
14. *Вавилова Т.Я., Трифонкина Д.С.* Приоритеты устойчивого развития: инфраструктура для научных исследований в вузах // Научное обозрение. 2015. № 9. С. 299–303.
15. *Вавилова Т.Я., Каясова Д.С., Лукьянова Ю.А.* Архитектурно-типологические приоритеты устойчивого развития урбанизированной среды // Градостроительство и архитектура. 2017. Т. 7, № 3 (28). С. 106–112. DOI: 10.17673/Vestnik.2017.03.18.
16. *Лоншаков Д.А., Трибунцева К.М., Перькова М.В., Большаков А.Г.* Принципы устойчивого развития, рекреационной системы малых городов и субурбий Белгородской области // Безопасность жизнедеятельности в техносфере. 2014. С. 292–297.
17. *Птичкинова Г.А.* Устойчивое развитие городов на принципах биосферной совместимости с природным комплексом // Innovative Project. 2016. Т. 1. № 4 (4). С. 112–116. DOI: 10.17673/IP.2016.1.04.13.
18. *Стрикаускас Л.В., Копьёва А.В., Масловская О.В.* Выявление уровня комфортности придомовых территорий жилой застройки в г. Владивостоке // Новые идеи нового века: материалы международной научной конференции ФАД ТОГУ. 2018. Т. 2. С. 311–317.
19. History of Safer Choice and Design for the Environment. URL: <https://www.epa.gov/saferchoice/history-safer-choice-and-design-environment>.
20. Environmental Design. An introduction for architects and engineers / Edited by Randall Thomas // Taylor & Francis. Oxfordshire. 2005. 292 p.
21. Environmental design. CIBSE Guide A. / The Chartered Institution of Building Services Engineers // The Yale Press Ltd. Norwood. London. 1999. 330 c.
22. Decision No 1600/2002/EC of the European Parliament and of the Council of 22 July 2002 laying down the Sixth Community Environment Action Programme. URL: <https://eur-lex.europa.eu/eli/dec/2002/1600/oj>.
23. *Koen Steemers.* Integrated Building Design / Environmental Design of Urban Buildings. An Integrated Approach / Edited by Mat Santamouris // Earthscan. London. 2006. Pp. 310–318.
24. *Lähde E., Di Marino M.* Multidisciplinary collaboration and understanding of green infrastructure Results from the cities of Tampere, Vantaa and Jyväskylä (Finland) // Urban Forestry & Urban Greening. Vol. 40. April 2019. Pp. 63–72. DOI: 10.1016/j.ufug.2018.03.012.
25. Manifesto for a resource-efficient Europe. URL: http://europa.eu/rapid/press-release_MEMO-12-989_en.htm.
26. *Vallero D.A., Brasier C.* Sustainable design: the science of sustainability and green engineering // Hoboken, New Jersey. John Wiley & Sons, Inc. 2008. 318 p.
27. Life Cycle Assessment Handbook: A Guide for Environmentally Sustainable Products. 2012. 640 p. DOI: [10.1007/s11367-014-0734-1](https://doi.org/10.1007/s11367-014-0734-1).
28. *Носко П.А.* Тенденции развития экономики замкнутого цикла в Европейском союзе // Интернет-журнал «Отходы и ресурсы». 2019. № 1. Т. 6. URL: <https://resources.today/PDF/04ECOR119.pdf>. DOI: 10.15862/04ECOR119.
29. *Crawford R.* Life cycle assessment in the built environment. Spon Press, New York. 2011. 272 c. DOI: 10.4324/9780203868171.
30. *Goldstein B., Rasmussen F.N.* LCA of Buildings and the Built Environment // Life Cycle Assessment. Theory and Practice. 2018. Chapter 28. Pp. 695–720. DOI 10.1007/978-3-319-56475-3.
31. *Elgizawy S.M., El-Haggar S.M., Nassar K.* Slum Development Using Zero Waste Concepts: Construction Waste Case Study // Procedia Engineering. Vol. 145. 2016. Pp. 1306–1313. DOI: 10.1016/j.proeng.2016.04.168.
32. *McDonough W., Braungart M.* Cradle to cradle: remaking the way we make things. New York. North Point Press, 2002. 193 p.
33. *Toxopeus M.E., de Koeijer B.L.A., Meij A.G.G.H.* Cradle to Cradle: Effective Vision vs. Efficient Practice? // Procedia CIRP. 2015. № 29. С. 384–389. DOI: 10.1016/j.procir.2015.02.068.
34. *Bauer A.M., Brown A.* Quantitative assessment of appropriate technology // Procedia Engineering. 2014. № 78. Pp. 345–358. DOI: 10.1016/j.proeng.2014.07.076.
35. Directive 2009/125/EC of the European Parliament and of the Council of 21 October 2009. Establishing a framework for the setting of ecodesign requirements for energy-related products. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009L0125>.
36. Directive 2010/31/EU of the European Parliament and of the Council of 19 May 2010 on the Energy Performance of buildings. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32010L0031&from=EN>.
37. Directive 2012/27/EU of the European Parliament and of the Council of 25 October 2012 on energy efficiency, amending Directives 2009/125/EC and 2010/30/EU and repealing Directives 2004/8/EC, 2012. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32012L0027>.
38. Directive (EU) 2018/2002 of the European Parliament and of the Council of 11 December 2018, Amending Directive 2012/27/EU on energy efficiency. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018L2002&from=EN>.
39. Eco-innovation at the heart of European policies. URL: https://ec.europa.eu/environment/ecoap/indicators/index_en.
40. *Hart J., Adams K., Giesekam J., Tingley D.D., Pomponi F.* Barriers and drivers in a circular economy: the case of the built environment // Procedia CIRP. 2019. № 80. Pp. 619–624. DOI: 10.1016/j.procir.2017.04.009.
41. *Kurdve M.* Digital assembly instruction system design with green lean perspective. Case study from building module industry // Procedia CIRP. 2017. № 72. Pp. 762–767. DOI: 10.1016/j.procir.2018.03.118.

42. Farahani A., Wallbaum H., Dalenbäck J.-O. The importance of life-cycle based planning in maintenance and energy renovation of multifamily buildings // *Sustainable Cities and Society*. Vol. 44. January 2019. Pp. 715–725. DOI: 10.1016/j.scs.2018.10.033.
43. Khodeir L.M., Othman R. Examining the interaction between lean and sustainability principles in the management process of AEC industry // *Ain Shams Engineering Journal*. 2018. № 9. Pp. 1627–1634. DOI: 10.1016/j.asej.2016.12.005.
44. Zhao Ya., Xiao G., Zhou Ji., Wu Ch. International comparison of the patterns in urban transition towards greening // *Procedia Engineering*. 2017. № 198. Pp. 770–780. DOI: 10.1016/j.proeng.2017.07.128.
45. Liu Zh., Yu H., Tang Yu., Li Ch. A method to calculate energy station's output in community energy planning considering the attenuation and delay of pipe network // *Energy Procedia*. December 2017. Vol. 143. Pp. 216–222. DOI: 10.1016/j.egypro.2017.12.674.
46. Zhang H., Xie Ch., Liu Sh., Yang H., Luo Ch., Wang X., Niu Ch. Experimental investigation on moisture transfer of carbon nanotube membranes // *Energy Procedia*. December 2017. Vol. 143. Pp. 245–250. DOI: 10.1016/j.egypro.2017.12.678.
47. Zhang Q., Jiao Yu., Cao M., Jin L. Simulation analysis on summer conditions of ancient architecture of tower buildings based on CFD // *Energy Procedia*. December 2017. Vol. 143. Pp. 313–319. DOI: 10.1016/j.egypro.2017.12.690.
48. Hu Ch., Gong C. Exploring the creation of ecological historic district through comparing and analyzing four typical revitalized historic districts // *Energy Procedia*. June 2017. Vol. 115. Pp. 308–320. DOI: 10.1016/j.egypro.2017.05.028.
1. Bobylev S.N., Zaharov V.M. Green Economy and Modernization. Economic and Environmental Outlines of Sustainable Development. *Byulleten' Instituta ustojchivogo razvitiya Obshestvennoj palaty RF «Na puti k ustojchivomu razvitiyu Rossii»* [Bulletin of the Institute of Sustainable Development of the RF Civic Chamber «Towards a Sustainable Russia»]. 2012, issue 60, 90 p. Available at: http://www.ecopolicy.ru/upload/File/Bulletins/B_60.pdf. (In Russian)
2. Ilyichev V.A., Kolchunov V.I., Bakaeva N.V. Principles of area development strategic planning (the case of the free state of Bavaria). *Vestnik MGSU* [Proceedings of Moscow State University of Civil Engineering]. 2019, vol. 14, no. 2 (125), pp. 158–168. DOI: 10.22227/1997-0935.2019.2.158-168. (In Russian)
3. Nikonorov S.M. Towards a green economy through green financing, bioeconomy and sustainable development. *Russkaya politologiya* [Russian Political Science]. 2017, no. 3 (4), pp. 12–15. (In Russian)
4. Medovy A.E., Medovy V.V. [Tools of “green” economy in strategies of development of the real estate market of Russia. *Vestnik ekspertnogo soveta*. 2017, no. 2 (9), pp. 57–61. (In Russian)
5. Medvedeva L.N., Kozenko K.Y., Komarova O.P. Promoting green technologies as a basis for the strategic development Russian urban and rural settlements. *Fundamental'nye issledovaniya* [Fundamental Research]. 2015, no. 11-5, pp. 1009–1113. (In Russian)
6. Telichenko V.I. Green technologies of living environment: concepts, terms, standards. *Vestnik MGSU* [Proceedings of Moscow State University of Civil Engineering]. 2017, vol. 12, issue 4 (103). DOI: 10.22227/1997-0935.2017.4.364-372. (In Russian)
7. Stiglitz J.E., Sen A., Fitoussi J.-P. Report by the Commission on the Measurement of Economic Performance and Social Progress. 2009, 291 p. Available at: http://ec.europa.eu/environment/beyond_gdp/download/CMEPSP-final-report.pdf.
8. Stiglitz D., Sen A., Fitoussi J.-P. Mismeasuring Our Lives: Why GDP Doesn't Add Up. Report by the Commission on the Measurement of Economic Performance and Social Progress]. *Izdatel'stvo instituta Gajdara* [Publishing of Gaidar Institute]. 2016, 216 p. Available at: <http://institutions.com/download/books/2966-neverno-ocenivaya-nashu-zhizn-pochemu-vvp-ne-imeet-smysla.html>. (In Russian)
9. Handbook on Constructing Composite Indicators. Methodology and User Guide. 2008. OECD PUBLICATIONS. FRANCE. 158 p. Available at: <http://www.oecd.org/sdd/42495745.pdf>.
10. Country Market Brief: United States. Available at: <https://www.usgbc.org/advocacy/country-market-brief>.
11. 2018 Global Green Economy Index (GGEI). Available at: <https://dualcitizeninc.com/global-green-economy-index/>.
12. Generalova E., Generalov V., Kuznetsova A. Innovative solutions for building envelopes of bioclimatical high-rise buildings // *Environment. Technology. Resources*. Proceedings of the 11-th International Scientific and Practical Conference. 2017, pp. 103–108.
13. Achmedova E.A., Zhogoleva A.V. The cluster strategy for sustainable development of the agglomeration on the example Samara-Togliatti agglomeration. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture]. 2017, vol. 7, no. 4 (29), pp. 88–92. (In Russian)
14. Vavilova T.Ya., Trifonkina D.S. Stable development priorities: infrastructure for scientific research in universities. *Nauchnoe obozrenie* [Science Review]. 2015, no. 9, pp. 299–303. (In Russian)
15. Vavilova T.Ya., Kayasova D.S., Lukyanova Yu.A. Architectural-typological priorities for sustainable development of the urban environment. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture]. 2017, vol. 7, no. 3 (28), pp. 106–112. DOI: 10.17673/Vestnik.2017.03.18 (In Russian)
16. Lonshakov D.A., Tribuntceva K.M., Perkova M.V., Bol'shakov A.G. Principles for sustainable development of the recreational system of small cities

and suburbs in the Belgorod region. *Bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti v tekhnosfere* [Life Safety in the Technosphere]. 2014, pp. 292–297. (In Russian)

17. Ptichnikova G.A. Sustainable development of cities on the principles of the biosphere compatibility. *Innovative Project* [Innovative Project]. 2016, vol. 1, issue 4 (4), pp. 112–116. DOI: 10.17673/IP.2016.1.04.13. (In Russian)

18. Strikauskas L.V., Kopyeva A.V., Maslovskaya O.V. Direction of the level of comfort the primean territories of residential buildings in various type in Vladivostok. *Novye idei novogo veka: materialy mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii FAD TOGU* [New Ideas of New Century – 2018]. 2018, vol. 2, pp. 311–317. (In Russian)

19. History of Safer Choice and Design for the Environment. Available at: <https://www.epa.gov/saferchoice/history-safer-choice-and-design-environment>.

20. Environmental Design. An introduction for architects and engineers. Edited by Randall Thomas. Taylor & Francis. Oxfordshire. 2005, 292 p.

21. Environmental design. CIBSE Guide A. / The Chartered Institution of Building Services Engineers. The Yale Press Ltd. Norwood. London. 1999, 330 p.

22. Decision No 1600/2002/EC of the European Parliament and of the Council of 22 July 2002 laying down the Sixth Community Environment Action Programme. Available at: <https://eur-lex.europa.eu/eli/dec/2002/1600/oj>.

23. Koen Steemers. Integrated Building Design. Environmental Design of Urban Buildings. An Integrated Approach. Edited by Mat Santamouris. Earthscan. London. 2006, pp. 310–318.

24. Lähde E., Di Marino M. Multidisciplinary collaboration and understanding of green infrastructure Results from the cities of Tampere, Vantaa and Jyväskylä (Finland). *Urban Forestry & Urban Greening*. 2019, vol. 40, pp. 63–72. DOI: 10.1016/j.ufug.2018.03.012.

25. Manifesto for a resource-efficient Europe. Available at: http://europa.eu/rapid/press-release_MEMO-12-989_en.htm.

26. Vallero D.A., Brasier C. Sustainable design: the science of sustainability and green engineering // Hoboken, New Jersey. John Wiley & Sons, Inc. 2008. 318 p.

27. Life Cycle Assessment Handbook: A Guide for Environmentally Sustainable Products. 2012, 640 p. DOI: org/10.1007/s11367-014-0734-1.

28. Nosko P.A. Trends in the circular economy development in the European Union. *Internet-zhurnal «Othody i resursy»* [Russian Journal of Resources, Conservation and Recycling]. 2019, no. 1, vol. 6. URL: <https://resources.today/PDF/04ECOR119.pdf>. DOI: 10.15862/04ECOR119. (In Russian)

29. Crawford R. Life cycle assessment in the built environment. Spon Press, New York. 2011, 272 p. DOI: 10.4324/9780203868171.

30. Goldstein B., Rasmussen F.N. LCA of Buildings and the Built Environment. Life Cycle Assessment. Theory and Practice. 2018, chapter 28, pp. 695–720. DOI 10.1007/978-3-319-56475-3.

31. Elgizawy S.M., El-Haggar S.M., Nassar K. Slum Development Using Zero Waste Concepts: Construction Waste Case Study. *Procedia Engineering*. 2016, vol. 145, pp. 1306–1313. DOI: 10.1016/j.proeng.2016.04.168.

32. McDonough W., Braungart M. Cradle to cradle: remaking the way we make things. New York. North Point Press, 2002, 193 p.

33. Toxopeus M.E., de Koeijer B.L.A., Meij A.G.G.H. Cradle to Cradle: Effective Vision vs. Efficient Practice? *Procedia CIRP*. 2015, no. 29, pp. 384–389. DOI: 10.1016/j.procir.2015.02.068.

34. Bauer A. M., Brown A. Quantitative assessment of appropriate technology. *Procedia Engineering*. 2014, no. 78, pp. 345–358. DOI: 10.1016/j.proeng.2014.07.076.

35. Directive 2009/125/EC of the European Parliament and of the Council of 21 October 2009. Establishing a framework for the setting of ecodesign requirements for energy-related products. Available at: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009L0125>.

36. Directive 2010/31/EU of the European Parliament and of the Council of 19 May 2010 on the Energy Performance of buildings. Available at: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32010L0031&from=EN>.

37. Directive 2012/27/EU of the European Parliament and of the Council of 25 October 2012 on energy efficiency, amending Directives 2009/125/EC and 2010/30/EU and repealing Directives 2004/8/EC, 2012. Available at: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32012L0027>.

38. Directive (EU) 2018/2002 of the European Parliament and of the Council of 11 December 2018, Amending Directive 2012/27/EU on energy efficiency. Available at: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018L2002&from=EN>.

39. Eco-innovation at the heart of European policies. Available at: https://ec.europa.eu/environment/ecoap/indicators/index_en.

40. Hart J., Adams K., Giesekam J., Tingley D.D., Pomponi F. Barriers and drivers in a circular economy: the case of the built environment. *Procedia CIRP*. 2019, no. 80, pp. 619–624. DOI:10.1016/j.procir.2017.04.009.

41. Kurdve M. Digital assembly instruction system design with green lean perspective. Case study from building module industry. *Procedia CIRP*. 2017, no. 72, pp.762–767. DOI: 10.1016/j.procir.2018.03.118.

42. Farahani A., Wallbaum H., Dalenbäck J.-O. The importance of life-cycle based planning in maintenance and energy renovation of multifamily buildings. *Sustainable Cities and Society*. 2019, vol. 44, pp. 715–725. DOI: 10.1016/j.scs.2018.10.033.

43. Khodeir L.M., Othman R. Examining the interaction between lean and sustainability principles in the management process of AEC industry. *Ain Shams Engineering Journal*. 2018, no.9, pp. 1627–1634. DOI: 10.1016/j.asej.2016.12.005.

44. Zhao Y., Xiao G., Zhou J., Wu C. International comparison of the patterns in urban transition towards

greening. *Procedia Engineering*. 2017, no. 198, pp. 770–780. DOI: 10.1016/j.proeng.2017.07.128.

45. Liu Z., Yu H., Tang Y., Li C. A method to calculate energy station's output in community energy planning considering the attenuation and delay of pipe network. *Energy Procedia*. 2017, vol. 143, pp. 216–222. DOI: 10.1016/j.egypro.2017.12.674.

46. Zhang H., Xie C., Liu S., Yang H., Niu C. Experimental investigation on moisture transfer of carbon nanotube membranes. *Energy Procedia*. 2017, vol. 143, pp. 245–250. DOI: 10.1016/j.egypro.2017.12.678.

47. Zhang Q., Jiao Y., Cao M., Jin L. Simulation analysis on summer conditions of ancient architecture of tower buildings based on CFD. *Energy Procedia*. 2017, vol. 143, pp. 313–319. DOI: 10.1016/j.egypro.2017.12.690.

48. Hu Ch., Gong C. Exploring the creation of ecological historic district through comparing and analyzing four typical revitalized historic districts. *Energy Procedia*. 2017, vol. 115, pp. 308–320. DOI: 10.1016/j.egypro.2017.05.028.

Об авторе:

ВАВИЛОВА Татьяна Яновна

кандидат архитектуры, доцент, профессор кафедры архитектуры жилых и общественных зданий Самарский государственный технический университет Академия строительства и архитектуры 443001, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 194, тел. (846) 339-14-42
E-mail: vatatyana63@yandex.ru

VAVILOVA Tatiana Ya.

PhD in Architecture, Professor of the Architecture of Residential and Public Buildings Chair Samara State Technical University Academy of Architecture and Civil Engineering 443001, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 194, tel. (846) 339-14-42
E-mail: vatatyana63@yandex.ru

Для цитирования: Вавилова Т.Я. Обзор современных зарубежных концепций экологизации среды жизнедеятельности // Градостроительство и архитектура. 2019. Т.9, № 3. С. 113–125. DOI: 10.17673/Vestnik.2019.03.15.
For citation: Vavilova T.Ya. Review of Modern Foreign Concepts of Environmentalization of the Living Environment // Urban Construction and Architecture. 2019. V.9, 3. Pp. 113–125. DOI: 10.17673/Vestnik.2019.03.15.

Уважаемые читатели!

Центр «Энергосбережение в строительстве» приглашает к сотрудничеству.

Основные направления деятельности Центра:

- проведение теплотехнических обследований
- тепловизионный контроль объектов строительства
- экспериментальное исследование характеристик строительных материалов
- проектирование и обследование систем водоснабжения и водоотведения
- проектирование и обследование систем теплогазоснабжения и вентиляции
- выполнение работ по акустике и звукоизоляции зданий и сооружений
- автоматизация инженерных систем зданий и сооружений
- обеспечение светового комфорта застройки
- проведение мероприятий по пропаганде и внедрению энергоэффективных технологий в Самарской области
- изучение, обобщение и распространение передового опыта в области энергосбережения
- формирование общественного сознания в вопросах энергосбережения
- создание современной материально-технической базы для выполнения научно-проектной документации
- координация разработки и продвижения новых образовательных программ в области энергосбережения, проектирования и строительства

Руководитель *Вытчиков Юрий Серафимович*

Контакты:

443001, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 194, каб. 481
тел. (846) 339-14-76, 339-14-55
E-mail: git.2008@mail.ru