



НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ЗДАНИЙ В СВЕТЕ КОНТЕКСТНОГО ОБУЧЕНИЯ

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: энергоэффективность, безопасность, комфортность, наука, контекстное обучение

С. В. Корниенко, доктор техн. наук, советник РААСН, ведущий научный сотрудник НИЦ ГП ФГБУ «ЦНИИП Минстроя России», заведующий кафедрой «Архитектура зданий и сооружений» ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет»

При формировании устойчивой среды обитания человека к числу наиболее важных задач относится создание фундаментальных научных основ проектирования энергоэффективных зданий. В статье систематизированы актуальные вопросы экологии и устойчивого развития, энергоэффективного градостроительства, альтернативной энергетики, технологий новых материалов, ограждающих конструкций, искусственного интеллекта. А также показано, что их решение требует контекстного обучения в виде усиления фундаментальности образования и междисциплинарных связей, нацеленности на решение практико-ориентированных задач, повышения роли иммерсивных технологий.

Здания и сооружения сегодня потребляют около трети углеводородного топлива [1]. Сложившуюся неблагоприятную ситуацию нужно трансформировать в сторону сбережения невозобновляемых источников энергии, сокращения их потребления и снижения выбросов парниковых газов в атмосферу. Для этого необходимо создание и внедрение в строительную отрасль новых экологически безопасных строительных материалов, энергосберегающих и энергоэффективных технологий, а также использование альтернативной энергетики, проектирование зданий на основе единого подхода к архитектурным и инженерным решениям и максимальный учет природно-климатических условий.

Вопросы выработки научно обоснованных решений энергоэффективных зданий приобретают исключительную важность при формировании устойчивой среды обитания человека [2]. Главной целью научно-

технических разработок в этой области является выстраивание экологически ответственной, социально ориентированной и устойчиво управляемой среды обитания, основанной на ESG-принципах [3]. Согласно этой триаде энергоэффективное здание должно минимизировать углеродный след и обеспечивать наибольшее социальное благополучие при минимальных капитальных и эксплуатационных затратах, экономном расходовании энергетических, материальных и трудовых ресурсов. Вот почему вопросам проектирования энергоэффективных зданий уделяется огромное внимание во всех развитых странах мира.

В энергоэффективном здании реализован единый комплекс характеристик оболочки и инженерных систем, обеспечивающий заданные режимы его функционирования. Градостроительные, объемно-планировочные и конструктивно-защитные свойства здания, системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха являются неотъемлемыми составляющими здания с эффективным использованием энергии, поэтому успешное решение научной проблемы проектирования энергоэффективных зданий возможно только при комплексном ее рассмотрении [4].

Опираясь на документ [5], раскроем фундаментальные научные основы проектирования энергоэффективных зданий и покажем, что решение этих задач требует применения контекстного обучения.

Экологические требования и устойчивое развитие

Основным направлением является разработка научных основ проектирования зданий нового типа – энергоэффективных, безопасных и комфортных.

Кроме того, эффективно разрабатываются и решаются крупные экологические задачи современного строительства и комфортного проживания человека. Совершенствуется теория экологически безопасных для человека и окружающей среды зеленых зданий. Ведется поиск новых конструктивных решений зеленых крыш и фасадов с повышенными климатоустойчивыми свойствами [6].

Продолжает формироваться тенденция развития кинетической и бионической архитектуры. Кинетические фасады максимально адаптируются к изменениям окружающей среды. Элементы оболочки здания могут изменять свою форму, цвет, прозрачность или положение, не нарушая целостности несущей структуры [7]. Идет осмысление архитектурно-конструктивного потенциала и технологических возможностей кинетических и биомиметических структур. В ближайшей перспективе намечены исследования в области кинетической формы и эксперименты по ее адаптации к архитектурно-строительным задачам.

Большой общественный интерес к биомиметике зданий обусловлен снижением углеродного следа, строительством зданий с нулевым потреблением энергии, необходимостью реновации зданий. Сотрудничество биологов, архитекторов и инженеров позволит разработать научно обоснованные решения экологически безопасных, безуглеродных, биопозитивных, энергоэффективных, ресурсосберегающих зданий для развития устойчивой архитектуры [8].

Энергоэффективное градостроительство

Перспективно разрабатываются математические модели нового уровня для здания как единой энергетической системы, включая территорию, на которой расположено здание, оболочку, помещения, с учетом вероятностных особенностей наружного климата [9] и теплового маркирования прилегающих к зданию территорий на основе теории климатопов [10]. Научно обоснованы и исследованы климатопы современного мегаполиса в границах территориальных зон и всего города. Успешно ведется поиск новых научно обоснованных направлений развития энергоэффективного градостроительства России на примере энергоэффективных кварталов как инновационных планировочных образований [11]. По итогам имитационного моделирования теплового режима квартала в летний период установлено [12], что наиболее эффективным решением по сравнению с исходной моделью является увеличение площади газонной травы и кустарников на 10 %, увеличение площади деревьев на 12 %, уменьшение асфальтовых покрытий дорожек и площадок на 5,7 %. Такое решение в максимальной степени способствует смягчению городского теплового острова и обеспечивает высокий уровень комфортности городской среды. Разрабатываются карты-схемы, учитывающие влияние планировочных элементов застройки на температурный режим территорий и формирование городских тепловых островов, удобные для практического применения в градостроительном планировании [12].

Энергоэффективность и альтернативная энергетика

Решение задач повышения энергоэффективности с использованием ресурса альтернативной энергетики дает возможность, объединяя усилия архитектора и инженера, добиться нового архитектурно-композиционного облика здания [13].

Успешно решаются оптимизационные задачи управления энергопотреблением и климатизацией здания на основе системного анализа с учетом формы здания и направленного климатического воздействия окружающей среды [14].

Продолжается поиск конструктивных и технологических решений по преобразованию звуковой энергии от постоянных источников шума в электрическую, созданию энергоэффективных систем освещения зданий и территорий, строительству ветровых башен, преобразующих кинетическую энергию ветра в электрическую [15], разработке новых технических решений биоклиматической вентиляции по обеспечению оптимальных параметров микроклимата в помещениях сельскохозяйственного назначения [16]. Для решения актуальной задачи сохранения позитивной звуковой среды для будущих поколений предложена новая концепция «Город как единая акустическая система» [17]. Разрабатываются комплексы программных продуктов для проектирования инженерных систем, включая исследования по схемным решениям и отдельным аппаратам и устройствам обеспечения микроклимата энергоэффективных, экологически безопасных и комфортных зданий, ориентированных на применение возобновляемых источников энергии.

Проводятся многочисленные исследования в области математического моделирования и оптимизации энергоэффективных зданий как единых энергетических систем. Изучаются методологические основы и принципы энерго- и ресурсосбережения в строительстве и жилищно-коммунальном хозяйстве. Продолжаются фундаментальные исследования по применению подходов строительной физики для решения проблем создания среды обитания человека в космосе [5].

Новые материалы, ограждающие конструкции, технологии

В 1970-х годах в строительной теплофизике была широко распространена концепция двух сфер: теплофизики помещения и теплофизики ограждения. Теплотехники-строители занимались вопросами создания микроклимата в помещении, применяя системы отопления, вентиляции и кондиционирования с учетом влияния наружного климата через ограждающие конструкции. Специалистов по конструкциям зданий интересовали главным образом защитные свойства ограждений под действием внутренних условий и наружного климата в связи с долговечностью конструкций и их эксплуатационными свойствами.

Сегодня такой монодисциплинарный подход следует признать недостаточно эффективным.

Более эффективным с точки зрения комфортной среды обитания человека является средовой подход. Суть его заключается в рассмотрении среды как результата освоения человеком его жизненного окружения. При этом деятельность и поведение человека принимаются как определяющий фактор, интегрирующий отдельные элементы среды в единое целое. Это требует рассмотрения единого подхода к теории здания.

Разрабатываются теоретические основы принципиально новых энергосберегающих и экологически безопасных ограждающих конструкций с применением научно обос-

нованных технологических решений и заданных свойств строительных материалов. Меняются традиционные строительные материалы в составе ограждающих конструкций, улучшаются их свойства. Развиваются технологии 3D-печати и модульного строительства.

Совершенствуются математические модели тепломассообмена в ограждающих конструкциях зданий с учетом трехмерных гетерогенных зон [18]. Изучаются влажностные режимы материалов в составе многослойных ограждающих конструкций из панелей, легкобетонных блоков, кирпичной кладки с эффективным утеплителем, фасадных систем. Развиваются научные основы теплофизического нормирования и проектирования ограждающих конструкций зданий [19, 20]. Проводятся экспериментальные исследования, на основе которых разрабатываются новые типы светопропускающих ограждающих конструкций с повышенными теплозащитными и звукоизоляционными свойствами, в том числе с новыми видами стекол, с учетом температурно-влажностных условий эксплуатации и обеспечения регулируемого воздухообмена в помещениях.

Технологии искусственного интеллекта

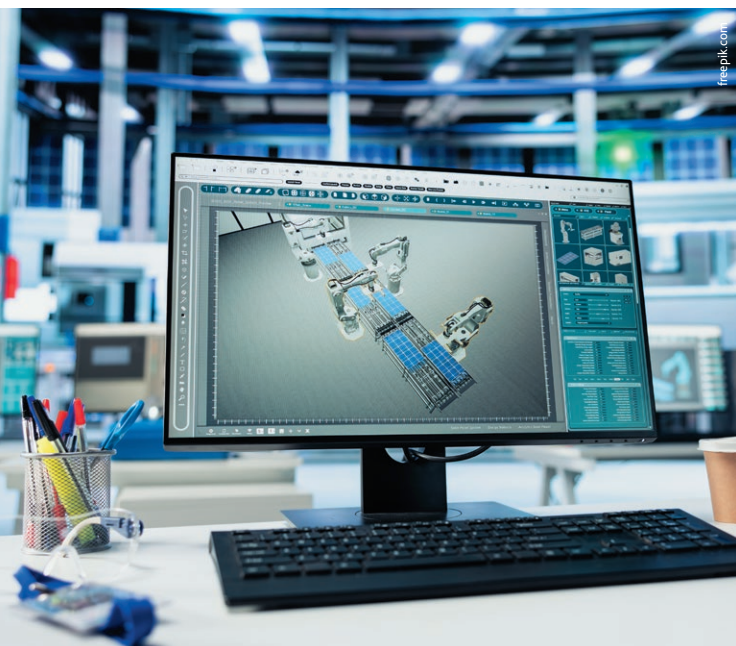
Искусственный интеллект может сделать здания более комфортными, энергоэффективными, устойчивыми и безопасными. Существует множество потенциальных возможностей для применения технологий искусственного интеллекта, включая проектирование оболочки зданий и инженерных систем, оптимизацию использования энергии и ресурсов, управление энергопотреблением и мониторинг, а также техническое обслуживание и эксплуатацию зданий в жилищно-коммунальном хозяйстве.

Активно ведется создание цифровых двойников зданий. Цифровой двойник представляет собой виртуальную копию в виде компьютерной модели физического объекта, процесса или системы в цифровой среде, имитирующей реальные условия. При проектировании энергоэффективных зданий цифровой двойник может имитировать окружающую застройку, строительную оболочку, системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха. Компьютерные модели позволяют оптимизировать потоки теплоты, воздуха и влаги через оболочку здания, проводить прогнозный анализ температурного, воздушного и влажностного режимов помещений, оценивать расходы энергии и ресурсов при эксплуатации зданий.

Совместное использование иммерсивных (VR, AR, MR) и BIM-технологий ускоряет процессы цифровой трансформации, улучшает качество архитектурных и конструктивных решений, снижает эксплуатационные риски.

Контекстное обучение

Успехи науки не могут не затрагивать сферу образования. Современная концепция контекстного обучения ориентирована на активную профессиональную подготовку студентов и реализуется посредством системного использования профессионального контекста, постепенного насыщения учебного процесса элементами профессиональной деятельности.



#терминология

Иммерсивные технологии – это технологии, которые создают эффект погружения или присутствия в альтернативном пространстве, расширяя границы реальности. Некоторые виды иммерсивных технологий: **виртуальная реальность (VR)** – погружает пользователя в полностью цифровую среду, исключая восприятие реального мира; **дополненная реальность (AR)** – сочетает элементы реального мира с виртуальными объектами и информацией, такой как графика, текст или видео; **смешанная реальность (MR)** – объединяет элементы реального и виртуального мира, позволяя пользователям взаимодействовать с виртуальными объектами в реальном окружении и наоборот. Иммерсивные технологии используются в разных сферах, включая образование, позволяя создавать виртуальные макеты, например, зданий и инженерных систем.

Выделим особенности контекстного обучения применительно к проблемам проектирования энергоэффективных зданий.

1. Усиление фундаментальности образования и междисциплинарных связей. Фундаментальность образования может быть наиболее полно раскрыта через синтез (интеграцию) фундаментальной или профессионально ориентированной науки и педагогической деятельности преподавателя. Важную роль в процессе становления профессиональной деятельности играет методология науки, познания. При этом педагог, активно занимаясь научной деятельностью и выполняя научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы, транслирует свои знания, весь накопленный опыт обучающимся, тем самым закрепляя его. Фундаментальность способствует развитию у студентов адаптивности к быстро меняющимся условиям и технологическим изменениям, формирует возможность работы в реальной среде.

Одним из основных положений концепции фундаментального университетского образования является приоритетная ориентация на междисциплинарные курсы, новые направления, охватывающие совокупность специализированных областей знаний, например биоархитектуру, экодизайн, кинетическую архитектуру и др.

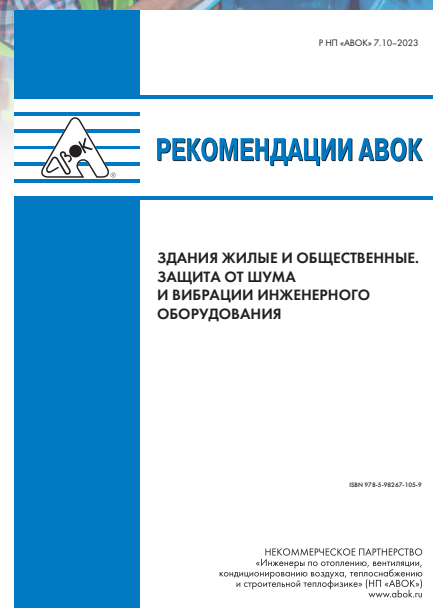
2. Нацеленность на решение практико-ориентированных задач. В связи с усилением фундаментальности образования возрастает роль практико-ориентированного подхода в образовании, фокусирующего внимание на практическом применении знаний и навыков. В отличие от традиционных методов, где основное внимание уделяется теории, этот подход нацелен на подготовку специалистов, готовых к реальным профессиональным вызовам и задачам. Учебный процесс интегрирован в реальную профессиональную деятельность через сотрудничество с компаниями и экспертами.

«ЗДАНИЯ ЖИЛЫЕ И ОБЩЕСТВЕННЫЕ. ЗАЩИТА ОТ ШУМА И ВИБРАЦИИ ИНЖЕНЕРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ»



www.abokbook.ru

Рекоменда



В рекомендациях АВОК «Здания жилые и общественные. Защита от шума и вибрации инженерного оборудования» сформулированы требования к защите от шума и вибрации инженерного оборудования в жилых и общественных зданиях, приведены методы расчета и оценка эффективности мероприятий по защите от шума и вибрации, рассмотрены примеры решения акустических задач.

В настоящих рекомендациях впервые реализован контроль шумового и вибрационного оборудования элементов инженерных систем по принципу чек-листа, который рассматривает все составляющие обеспечения акустического комфорта в помещениях жилых и общественных зданий, а также на прилегающих территориях.

Приобрести или заказать рекомендации можно на сайте abokbook.ru или по электронной почте s.mironova@abok.ru

Именно заказчик является основным звеном, формирующим требования к выполнению научно-исследовательской работы. При этом форматы заказа не только влияют на организацию образовательного процесса и его содержание, но и могут определять содержание и характер завершающей стадии обучения [1].

Результаты практико-ориентированного обучения оцениваются по способности обучающихся применять полученные знания в реальных профессиональных условиях.

3. Повышение роли иммерсивных технологий. Иммерсивные виртуальные среды (ИВС) используются в различных целях, включая образование, обучение, психологическую терапию, визуализацию данных, междисциплинарные научные исследования. Они создают эффект погружения, иллюзию присутствия в другом пространстве, при этом пользователь становится частью контента. Применение таких технологий позволяет создать виртуальную реальность, дополнить ее цифровыми элементами, организовать взаимодействие цифровых элементов с физическими объектами в режиме реального времени.

В куполе виртуальной реальности, как показывают результаты исследования [21], привлекают больше внимания и способствуют повышению успеваемости студентов два уникальных элемента – большой экран и широкое поле зрения (360 °).

В цифровых куполах можно проводить интерактивные выставки по энергоэффективным зданиям в России и за рубежом, виртуальные прогулки по энергоэффективным городам, читать лекции и проводить мастер-классы от ведущих специалистов в области строительной физики, погружаться в историю проектирования зданий с эффективным использованием энергии, изучать будущее энергоэффективных зданий. Могут быть предусмотрены специальные образовательные программы для детей – интерактивные обучающие сессии и игры, развивающие интерес к архитектуре, инженерии и популяризирующие идеи энергоэффективного строительства.

Литература

1. Есаулов Г. В. Архитектурное образование XXI: традиции и новаторство // Academia. Архитектура и строительство. 2025. № 2. С. 23–38.
2. Табунщиков Ю. А. Экология среды обитания человека: реальность, которую игнорировать бесконечно опасно // АВОК. 2023. № 3. С. 4–15.
3. Бродач М. М., Шилкин Н. В. Принципы ESG в строительстве: создание устойчивой, экологически ответственной и социально ориентированной среды обитания // Энергосбережение. 2025. № 2. С. 4–6.
4. Корниенко С. В. Повышение устойчивости городов на основе ESG-принципов // Энергосбережение. 2025. № 4. С. 18–21.
5. РААСН: прогноз развития фундаментальных исследований в области архитектуры, градостроительства и строительных наук до 2030 года // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. 2009. № 3. С. 8–16.
6. Корниенко С. В. Энергоэффективность, экологическая безопасность, экономическая эффективность – приоритетные задачи «зеленого» строительства // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2017. № 49 (68). С. 167–177.
7. Korniyenko S. V. Progressive trend in adaptive façade system technology. A review // AlfaBuild. 2021. No. 4 (19). P. 1902.
8. Корниенко С. В. Биомиметика: идеи, вдохновленные природой // Социология города. 2021. № 4. С. 27–38.
9. Васильев Г. П., Горшков А. С., Лысак Т. М., Горнов В. Ф., Колесова М. В. и др. Анализ изменения температур наружного воздуха в Москве // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2025. № 1 (98). С. 384–395.
10. Корниенко С. В. Климатоп как климатический маркер урбанизированных территорий // Социология города. 2023. № 1. С. 100–112.
11. Антюфеев А. В., Корниенко С. В. Инновационный энергоэффективный квартал «Волжские дворики»: к 30-летию юбилею РААСН // Academia. Архитектура и строительство. 2022. № 4. С. 115–122.
12. Корниенко С. В., Дикарева Е. А. Совершенствование температурного режима урбанизированных территорий на основе климатопов // Биосферная совместимость: человек, регион, технологии. 2024. № 4(48). С. 68–75.
13. Есаулов Г. В. Православный храм: архитектура и инженерия // АВОК. 2017. № 2. С. 4–13.
14. Табунщиков Ю. А. Энергоэффективные здания и инновационные инженерные системы // АВОК. 2014. № 1. С. 6–11.
15. Перехоженцев А. Г., Чеснокова О. Г., Чеснокова В. Д., Журбенко М. Д. О концепции ветроэнергетической станции в архитектуре высотного здания // Энергосбережение. 2023. № 2. С. 46–51.
16. Корниенко С. В., Кизеров А. А., Горлов И. Ф. Вентиляция с нагнетанием или разрежением воздуха в помещениях для животных // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2025. № 1 (79). С. 282–293.
17. Корниенко С. В. Город как единая акустическая система // Энергосбережение. 2024. № 1. С. 32–35.
18. Корниенко С. В. Метод решения трехмерной задачи совместного нестационарного тепло- и влагопереноса для ограждающих конструкций зданий // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2006. № 2 (566). С. 108–110.
19. Гагарин В. Г., Зубарев К. П., Козлов В. В. Определение зоны наибольшего увлажнения в стенах с фасадными теплоизоляционными композиционными системами с наружными штукатурными слоями // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2016. № 1 (54). С. 125–132.
20. Горбаренко Е. В., Гагарин В. Г., Коркина Е. В. Изменение характеристик отопительного периода в Москве в связи с глобальным потеплением климата // Жилищное строительство. 2024. № 6. С. 25–31.
21. Yu K. C., Sahami K., Denn G. [et al.] Immersive planetarium visualizations for teaching solar system moon concepts to undergraduates // Journal of Astronomy and Earth Sciences Education. 2016. Vol. 3. No. 2. Pp. 93–110. ■