

УДК 628.8

Ж. В. Васильева, А. С. Тришина

Мурманский арктический университет

АНАЛИЗ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И МЕЖДУНАРОДНЫХ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ, РЕГУЛИРУЮЩИХ КАЧЕСТВО ВНУТРЕННЕЙ СРЕДЫ ПОМЕЩЕНИЙ

**Работа выполнена в рамках НИОКР ФГАОУ ВО МАУ № 124041100089-4
«Экологическая безопасность и устойчивое развитие морских транспортно-логистических и акваториальных систем Арктической зоны РФ»**

Представлены результаты анализа действующей системы по контролю качества внутренней среды помещений как в отечественном, так и в зарубежном правовом поле. Сравниваются нормативные документы РФ, зеленые строительные стандарты, в т. ч. международные. Установлено, что широкий перечень отечественных нормативно-технических и нормативно-правовых актов не обладает единством понятий и требований, а в некоторых вопросах требования рассматриваемых документов могут противоречить друг другу.

Ключевые слова: качество внутренней среды помещения, микроклимат, загрязнение воздуха.

Введение

Качество внутренней среды помещения трудно переоценить, т. к. люди проводят до 90 % своего времени в помещениях [1]. Продолжительное нахождение в среде жилых, производственных и иных зданий оказывает влияние на здоровье и на уровень жизни человека.

Комфортные показатели микроклимата, сочетающие в себе тепловой режим в помещении и качество атмосферного воздуха, повышают производительность труда работников разных сфер деятельности, способность к обучению детей в образовательных учреждениях [2—5], в обратном же случае вызывают неблагоприятные последствия для здоровья.

По оценкам Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) 12,6 млн смертей вызваны несоответствующим качеством внутренней среды помещений [6]. Требования к качеству внутренней среды помещений также неразрывно связаны с потреблением энергии на эксплуатацию вентиляционных систем и энергоэффективностью современных зданий [7—9].

Ключевыми факторами качества внутренней среды помещения являются качество воздуха в помещении и обеспечение требований микроклимата (тепловой комфорт) [10, 11].

Целью работы является анализ существующих подходов к оценке качества внутренней среды, сложившихся в настоящее время в России и за рубежом, в т. ч. оценка требований к параметрам микроклимата и качества воздуха в помещениях проектируемых, построенных и эксплуатируемых зданий.

Материалы и методы

В анализе использованы российские и зарубежные стандарты и нормативные документы, посвященные оценке качества внутренней среды зданий. Особое внимание уделено «зеленым» стандартам в области строительства и

обеспечения безопасных и комфортных условий жизни человека: LEED v.4¹, BREEAM New construction², СТО НОСТРОЙ 2.35.4—2011³, GREEN ZOOM⁴, КЛЕВЕР New construction⁵, ГОСТ Р 70346—2022 «Зеленые стандарты». Здания многоквартирные жилые «зеленые»⁶.

Общие методы, используемые для анализа отобранных научных статей, включают текстовый анализ, цитирование, сопоставительный анализ и тематическое моделирование.

Параметры микроклимата помещений

В России существует несколько стандартов, регламентирующих качество микроклимата воздуха для помещений и зданий различного функционального назначения (табл. 1): ГОСТ 30494—2011 «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях», ГОСТ 12.1.005—88 «Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны», СП 60.13330.2020 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха», СП 44.13330.2011 «Административные и бытовые здания», СанПиН 1.2.3685—21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания», СанПиН 2.2.4.548—96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений», недавно введенные ГОСТ Р 54964—2023 «Оценка соответствия. Экологические требования к объектам недвижимости», СП 2.1.3678—20 «Санитарно-эпидемиологические требования к эксплуатации помещений, зданий, сооружений, оборудования и транспорта, а также условиям деятельности хозяйствующих субъектов, осуществляющих продажу товаров, выполнение работ или оказание услуг».

Существующее множество документов не обладает единством понятий и требований и в некоторых вопросах противоречит друг другу [12, 13]. Так, согласно ГОСТ 30494—2011 микроклимат оценивается показателями температуры воздуха и ограждающих конструкций, влажностью и подвижностью воздуха. По ГОСТ 12.1.005—88 показателями, характеризующими микроклимат, являются: температура воздуха; относительная влажность воздуха; скорость движения воздуха; интенсивность теплового излучения. Согласно СанПиН 1.2.3685—21 показателями, характеризующими микроклимат, являются: температура воздуха; температура поверхностей ограждающих конструкций (стены, потолок, пол), устройств, а также технологического оборудо-

¹ LEED. LEED v4 for Building Design and Construction. 2018. URL: https://www.usgbc.org/sites/default/files/LEED%20v4%20BDC_07.2.18_current.pdf.

² BREEAM. BREEAM Offices 2008 Technical Manual. 2009. URL: https://www.hrsservices.co.uk/wpcontent/uploads/2016/07/SD5055_4.0_BREEAM_Offices_2008.pdf.

³ СТО НОСТРОЙ 2.35.4—2011. «Зеленое строительство». Здания жилые и общественные. Рейтинговая система оценки устойчивости среды обитания: издание официальное. М.: НП АВОВ, 2011.

⁴ GREEN ZOOM. Книга 1. Практические рекомендации по снижению энергоемкости и повышению экологичности объектов гражданского и промышленного строительства, 2019. 87 с. URL: <https://greenzoom.ru/books/1-prakticheskie-rekomendacii-po-snizeniu-energoemkosti-i-povysheniu-ekologichnosti-obektov-grazhdanskogo-stroitelstva>.

⁵ Клевер. Методика оценки и сертификации зданий для объектов нового строительства (New Construction) // АНО Национальный Центр ГЧП. URL: <https://rosinfra.ru/library/metodika-ocenki-i-sertifikacii-zdaniy-dla-obektov-novogo-stroitelstva-new-construction>.

⁶ ГОСТ Р 70346—2022. «Зеленые» стандарты. Здания многоквартирные жилые «зеленые». URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200193111?ysclid=m38ovumlf404916540>.

вания или ограждающих его устройств, относительная влажность воздуха; скорость движения воздуха; интенсивность теплового облучения.

Таблица 1

Наличие требований к параметрам микроклимата в зависимости от функционального назначения помещения жилых и общественных зданий

Нормативный документ	Жилые здания	Детские, дошкольные учреждения	Административные, бытовые, общественные здания	Рабочая зона, производственные помещения
ГОСТ 30494—2011	+	+	+	—
ГОСТ 12.1.005—88	—	—	—	+
ГОСТ Р 54964—2023	+	+	+	+
СП 60.13330.2020	+	+	+	+
СП 44.13330.2011	—	—	+	—
СанПиН 1.2.3685—21	+	+	+	+
СанПиН 2.2.4.548—96	—	—	—	+
СП 2.1.3678—20	—	—	+	+

В отношении непосредственно требований к параметрам микроклимата помещений жилых, детских дошкольных учреждений, общественных, административных и бытовых зданий ключевым нормативным документом является ГОСТ 30494—2011. На соблюдение его норм и требований ссылаются СП 60.13330.2020, ГОСТ Р 54964—2023, ГОСТ Р 70346—2022. Однако ссылаясь, ГОСТ Р 54964—2023, ГОСТ Р 70346—2022 одновременно вводят дополнения в отношении оценки параметров микроклимата по ГОСТ Р ИСО 7730 и СП 50.133330 соответственно.

Ключевыми нормативными документами в отношении требований параметров микроклимата рабочей зоны являются ГОСТ 12.1.005—88 и СанПиН 1.2.3685—21, также не обладающие единством требований к параметрам, для подтверждения чего достаточно сравнить приведенные в СанПиН 1.2.3685—21 допустимые величины параметров микроклимата на рабочих местах в помещении, описанные в табл. 5.2, и приведенные в ГОСТ 12.1.005—88 оптимальные и допустимые нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне производственных помещений (см. табл. 1).

Зарубежные стандарты относительно требований к параметрам микроклимата в последние годы в большей степени ориентируются на интегрированный подход в оценке микроклиматических условий, отраженный в международном стандарте ISO 7730:2009 Ergonomics of the thermal environment — Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria⁷ и аналогичных стандартах ANSI/ASHRAE Standard 55—2013 Thermal environmental conditions for

⁷ ISO, EN ISO 7730: 2005, Ergonomics of the thermal environment. analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria, International Standardisation Organisation, Geneva, 2005. URL: <https://www.iso.org/standard/39155.html>.

human occupancy⁸, BS EN 15251:2007 Indoor environmental input parameters for design and assessment of energy performance of buildings addressing indoor air quality, thermal environment, lighting and acoustics⁹. Этот подход в оценке микроклиматических условий базируется на необходимости обеспечения теплового баланса человека с учетом комплекса факторов, его обуславливающих: температуры, влажности и скорости движения воздуха, средней радиационной температуры, одежды, физической активности людей, находящихся в помещении. Результатом оценки микроклиматических условий является предсказание теплоощущений человека — индекс PMV (predicted mean vote) и уровня его дискомфорта — показатель PPD (predicted percentage of dissatisfied). Эта модель PMV стала международно признанной для описания прогнозируемого среднего теплового комфорта людей в помещениях.

Сравнительный анализ критериев «зеленых» стандартов в строительстве LEED v4, BREEAM, СТО НОСТРОЙ, GREEN ZOOM, CLEVER, ГОСТ Р 70346—2022 в отношении требований к комфортной внутренней среде помещений показал следующее (табл. 2): стандарты в целом содержат идентичные требования к внутренней среде помещений как в отношении параметров микроклимата, так и в отношении качества внутреннего воздуха. Так, в отношении параметров микроклимата стандарты LEED v4, BREEAM, главным образом, ориентируются на оценку интегральных показателей теплового комфорта PMV, PDD, определение которых опирается на ранее упоминаемые стандарты (ISO 7730:2005, ASHRAE 55). Отдельные параметры микроклимата (температура, влажность, скорость движения воздуха) предлагается обеспечивать и регулировать работой систем вентиляции, отвечающих требованиям (местных) нормативных документов или превосходящие их. Российские стандарты СТО НОСТРОЙ и GREEN ZOOM ориентируются лишь на оптимизацию отдельных параметров микроклимата температуры, влажности, воздухообмена в соответствии с упоминаемыми ранее ГОСТ 30494, СанПин 2.1.2.1002, не уделяя должного внимания интегральным показателям тепловой комфортности согласно ISO 7730:2005/ASHRAE 55. Однако введенные в 2022 г. «зеленый» стандарт CLEVER New construction и ГОСТ Р 70346—2022 предусматривают использование для обеспечения воздушно-теплового комфорта показателей PMV и PPD. При этом стандарт CLEVER содержит опциональный (не обязательный к выполнению) критерий «Моделирование теплового комфорта», в то время как ГОСТ Р 70346—2022 не имеет прямых указаний к использованию интегральных показателей тепловой комфортности, однако содержит нормативную ссылку на ГОСТ Р 54964 версия которого, обновленная в 2023 г., уже учитывает их.

⁸ ASHRAE, ANSI/ASHRAE Standard 55. Thermal environmental conditions for human occupancy, American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers, Atlanta, 2017. URL: <https://www.ashrae.org/technical-resources/bookstore/standard-55-thermal-environmental-conditions-for-human-occupancy>.

⁹ BS EN 15251:2007. Indoor environmental input parameters for design and assessment of energy performance of buildings addressing indoor air quality, thermal environment, lighting and acoustics, CEN, European Committee for Standardization, Brussels, 2007. URL: <https://standards.iteh.ai/catalog/standards/cen/92485123-bf64-40e3-9387-9724a642eac8/en-15251-2007>.

*Сравнительный анализ критериев «зеленых» стандартов в строительстве
в отношении требований к комфортной внутренней среде помещений*

Зеленые стандарты	Требования и критерии оценки	
	Микроклимат	Качество воздуха в помещении
LEED v4	Индивидуальное регулирование. Тепловой комфорт: обеспечение возможности индивидуального регулирования температуры, влажности, расхода воздуха не менее чем для 50 % работников здания; определение параметров комфортного микроклимата и выбор системы подачи воздуха; использовать стандарт ASHRAE 55 в качестве ориентира для определения условий теплового комфорта; подтвердить расчетные данные методом математического моделирования воздушно- и температурно-скоростных полей	Контроль за табачным дымом (обязательно): организация специальных зон для курения; мониторинг воздуха по CO ₂ (1 балл): установка датчиков CO ₂ , регулирование подачи наружного (свежего) воздуха по показаниям датчиков CO ₂ осуществляется автоматически или оператором здания; требования по ограничению выбросов летучих органических соединений (ЛОС) в воздух в помещениях и содержанию ЛОС в материалах, а также методы испытаний, используемые для измерения выбросов ЛОС; предотвращение загрязнения воздуха при строительстве; удаление вредных веществ из воздуха с учетом норм их ПДК до въезда арендатора
	Вентиляция: системы вентиляции, отопления и кондиционирования (ОВК) должны соответствовать действующим на данной территории нормам и стандартам с учетом местных строительных норм или превосходить их; проектирование систем механической и естественной вентиляции, отвечающих требованиям (местных) нормативных документов или превосходящие их; увеличить подачу наружного воздуха не менее, чем на 30 % от действующих норм РФ для помещений с постоянным пребыванием людей	
BREEAM New construction	Тепловое моделирование согласно соответствующим стандартам, с использованием PMV и PDD; уровни теплового комфорта соответствуют требованиям стандарта ISO 7730:2005; сценарии прогнозируемого изменения климата рассматриваются, как часть тепловой модели; анализ теплового моделирования для определения стратегии управления температурными режимами для здания и его пользователей	План по соблюдению качества воздуха: сведение к минимуму источников загрязнения воздуха посредством тщательного проектирования, спецификаций и планирования; в т. ч.: мониторинг воздуха на CO ₂ или определенные датчики качества воздуха; контроль за табачным дымом, организация специальных зон для курения; контроль выбросов от строительных материалов; замеры качества воздуха помещений на стадии завершения строительства

Зеленые стандарты	Требования и критерии оценки	
	Микроклимат	Качество воздуха в помещении
	Вентиляция: наличие датчиков CO ₂ или определенных датчиков качества воздуха с возможностью регулирования работы системы вентиляции помещения, контролируемой по уровню потребности; приток свежего воздуха в здание осуществляется в соответствии с критериями передового национального стандарта для вентиляции; разработана стратегия работы ОВК здания, обеспечивающая гибкость и адаптацию к потенциальным потребностям жильцов и арендаторов в здании, и климатическим сценариям	
СТО НОСТРОЙ 2.35.4—2011	Воздушно-тепловой комфорт: предусмотрены мероприятия по оптимизации температуры, влажности, воздухообмена в соответствии с ГОСТ 30494, СанПин 2.1.2.1002	Запрет на курение, выделение зон для курения; минимизация воздействия строительных материалов: доля экологически сертифицированных материалов и конструкций, применение строительных материалов на основе естественных, природных материалов
	Контроль и управление системами инженерного обеспечения зданий	
GREEN ZOOM v.1.2.	Возможность индивидуального регулирования параметров воздуха в помещении с помощью ОВК	Обеспечить минимальный уровень качества воздуха внутри помещений в соответствии с нормативной базой РФ; мониторинг контроля качества воздуха внутри помещений в ходе строительства; использовать материалы с низким уровнем ЛОС; предотвращение поступления табачного дыма
	Повышение качества воздуха внутри помещений: соответствие и регулировка и ОВК-систем заявленному качеству микроклимата; математическое моделирование (CFD) температурных и скоростных полей помещений; повышение качества очистки наружного приточного вентиляционного воздуха (класс очистки фильтров наружного воздуха не менее F7); контроль качества наружного атмосферного воздуха перед входной наружной решеткой; увеличенный расход подаваемого наружного воздуха как минимум на 30 %; мониторинг концентрации CO ₂ во всех общественных помещениях	
CLEVER v.1.0 New construction	При проектировании ОВК обеспечить оптимальные параметры микроклимата (в соответствии с ГОСТ 30494—2011) для помещений с постоянным пребыванием людей в отношении температуры, влажности, скорости движения воздуха; проводить замеры параметров микроклимата не реже 1 раза в 12 мес. в период эксплуатации	Запрет табачного дыма в помещениях и на прилегающей территории здания; при проектировании и строительстве объекта не применять строительные материалы, которые содержат асбест и свинец; проводить замеры качества воздуха в период эксплуатации объекта сертификации, не реже 1 раза в 12 мес.; в сферу мони-

Зеленые стандарты	Требования и критерии оценки	
	Микроклимат	Качество воздуха в помещении
ГОСТ Р 70346—2022 «Зеленые стандарты. Здания многоквартирные жилые зеленые»	объекта сертификации в соответствии с ГОСТ 30494—2011	торинга качества воздуха должны входить: твердые частицы PM10 и PM2.5, СО, формальдегид, ЛОС: ацетон, бензол, толуол; опционально: фенол, этиловый эфир, этилацетат, метилэтилкетон, этиловый спирт; установка датчиков мониторинга СО, СО ₂
	Вентиляция: расход воздуха принять на уровне требований СП 60.13330.2020 «Отопление, вентиляция и кондиционирование»; обеспечить надежную фильтрацию наружного, рекуперационного или вторичного воздуха, поступающего в здание; для очистки воздуха применять фильтры не ниже класса F7, в случаях осуществления доочистки — фильтры тонкой очистки класса не ниже F9 и/или угольные фильтры GF	
	Оптимальные параметры микроклимата обеспечиваются, в т. ч. с учетом применения современных систем эффективной теплоизоляции, автоматизации и централизованной информационной системы управления инженерными сетями с функциями предиктивной аналитики, согласно СП 50.13330 и ГОСТ 30494	Исключено применение в качестве теплоизоляции материалов, потенциально опасных для людей с заболеваниями дыхательных путей; минимизировано количество зеленых насаждений на территории здания, способствующих появлению аллергических реакций жителей; концентрация формальдегида и общая концентрация ЛОС в воздухе помещения измеряется после завершения строительства, но до сдачи в эксплуатацию, и должна быть $\leq 0,1 \text{ мг/м}^3$ и $\leq 300 \text{ мг/м}^3$ соответственно; контроль табачного дыма согласно СанПиН 1.2.3685—21; предусмотрена возможность установки датчиков СО ₂ в жилых зонах, СО — в паркингах; предусмотрены мероприятия по контролю качества воздуха: установка сети с датчиками качества воздуха, контроль уровня запыленности устройствами с датчиками частиц
	Централизованное управление инженерными сетями; при отсутствии системы механической вентиляции обеспечена система естественной вентиляции с открывающимися окнами в соответствии с СП 60.13330	

Качественный состав воздуха внутренней среды помещений

В настоящее время существует некоторая неопределенность в отношении нормативных документов, регулирующих качественный состав воздуха в помещениях. Ранее действовавшие СанПиН 2.1.2.2645—10 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям проживания в жилых зданиях и помещениях», в которых четко определяли, что концентрации химических веществ в воздухе жилых помещений при вводе зданий в эксплуатацию не должна превышать среднесуточных предельно допустимых концентраций (ПДК) загрязняющих веществ, установленных для атмосферного воздуха населенных мест, а при отсутствии среднесуточных ПДК не превышать максимальные разовые ПДК или ориентировочных безопасных уровней воздействия (ОБУВ).

В настоящее время СанПиН 2.1.2.2645—10 не применяются, т. к. заменены на СанПиН 1.2.3685—21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания»¹⁰, которые подразумевают, но прямо не предписывают требований к качественному составу воздуха внутри помещений. В тексте этого нормативного документа приведены лишь требования к содержанию загрязняющих веществ в атмосферном воздухе городских и сельских поселений, которые насчитывают 716 вредных веществ по ПДК и 2484 по ОБУВ (ориентировочно безопасному уровню воздействия).

СП 60.13330.2020 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха»¹¹ формулирует требования к качеству воздуха более конкретно, предписывая соблюдать концентрацию вредных веществ в воздухе жилых и общественных помещений с учетом установленных ПДК в СанПиН.

При этом во всех существующих документах отсутствует перечень приоритетных веществ для оценки качества внутреннего воздуха помещений. Очевидно, что инструментальная оценка всех указанных СанПиН 1.2.3685—21 716 вредных веществ по ПДК и 1741 по ОБУВ в воздухе помещений экономически нецелесообразна.

Лишь в Постановлении Правительства РФ от 28.01.2006 № 47¹² описаны требования и основания, по которым жилое помещение признается непригодным для проживания, рекомендованы 19 гигиенически значимых веществ, по которым необходимо осуществлять такую оценку соответствия качества воздуха требуемым нормативам в жилых помещениях. При этом список не учитывает возможную эмиссию загрязняющих веществ из строительных материалов, мебели, предметов обстановки.

ГОСТ 30949—2011¹³ определяет, что эквивалентом вредных веществ, выделяемых в помещении, является и принимается углекислый газ (CO₂). Это

¹⁰ СанПиН 1.2.3685—21. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания. URL: <https://docs.cntd.ru/document/573500115?ysclid=m38pkaalaq882974696>.

¹¹ СП 60.13330.2020. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. URL: <https://docs.cntd.ru/document/573697256?ysclid=m38pmm3rpl445120885>.

¹² Положение о признании помещения жилым помещением, жилого помещения непригодным для проживания, многоквартирного дома аварийным и подлежащим сносу или реконструкции, садового дома жилым домом и жилого дома садовым домом. URL: <https://docs.cntd.ru/document/901966282?ysclid=m38pngt99h993019233>.

¹³ ГОСТ 30949—2011. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200095053?ysclid=m38pq66ipu558164419>.

означает, что соответствие содержания CO_2 требуемым нормам автоматически будет означать соответствие содержания нормам и других вредных веществ, что является не вполне справедливым утверждением.

Анализ «зеленых» стандартов в отношении качественного состава воздуха внутренней среды помещения также не дает однозначного ответа на этот вопрос (см. табл. 2). Международный «зеленый» стандарт BREEAM устанавливает требования к подтверждению соответствия по критерию Nea 02 «Качество воздуха в помещении», который содержит условие контроля диоксида углерода (CO_2) с помощью датчиков и ограничения содержания ЛОС, канцерогенов (в соответствии с приложением VI к Регламенту ЕС No. 1272/2008) и формальдегида.

Интересно отметить, что область рассмотрения требований к ЛОС не распространяется на мебель, например столы или стеллажи, она сосредоточена на основных элементах внутренней отделки и фурнитуры, являющихся неотъемлемой частью здания. Таким образом, эмиссии, производимые мебелью и материалами, могут остаться незамеченными при экспертизе качества помещения, несмотря на то что они потенциально могут быть достаточно высокими.

При этом информация о строительных материалах и других продуктах от производителя или декларация о них считается достаточным основанием для признания уровня выбросов приемлемым.

«Зеленый» стандарт LEED v4 включает в себя, кроме стандартного требования установки датчиков контроля CO_2 , требования к выбросам ЛОС в воздух помещений и к содержанию ЛОС в материалах, а также мониторинг определяемых пользователем загрязняющих веществ.

Необходимо отметить идентичность требований всех зарубежных и российских стандартов (см. табл. 2) относительно контроля табачного дыма и минимизации возможного воздействия строительных материалов.

При этом стандарт СТО НОСТРОЙ решает вопрос контроля и минимизации воздействия строительных материалов на внутреннюю среду помещений наличием экологического сертификата на материалы, либо использованием местных или естественных (природных) строительных материалов (без оценки уровня эмиссий), что само по себе не всегда гарантирует отсутствие высокого уровня загрязнения в таком помещении.

Отдельно проблема возможного наличия загрязняющих веществ и его контроля, к сожалению, в стандарте не поднимается (за исключением проблемы радона).

Другой российский «зеленый» стандарт GREEN ZOOM, созданный на основе четвертой версии системы LEED v.4 (2014), как и зарубежный стандарт, формулирует систему требований, должных обеспечить высокое качество воздуха помещения (от минимального соответствия нормативным требованиям РФ, выбора материалов с низким уровнем ЛОС до мониторинга контроля качества воздуха внутри помещений в ходе строительства и т. д.). Исключено применение в качестве теплоизоляции материалов, потенциально опасных для людей с заболеваниями дыхательных путей. Новый ГОСТ Р 70346—2022 «“Зеленые” стандарты. Здания многоквартирные жилые “зеленые”», ссылающийся на зарубежные LEED v4, BREEAM предлагает контролировать содержание в воздухе помещений формальдегида, ЛОС в

период после завершения строительства здания и до сдачи в эксплуатацию. Также сформированы требования к экологичности строительных материалов, — доля экологически сертифицированных строительных материалов и конструкций должна составлять не менее 10 % от общего количества используемых материалов. Предусмотрены установка сети с датчиками качества воздуха, контроль уровня запыленности устройствами с датчиками частиц.

В новом отечественном зеленом стандарте CLEVER¹⁴ соблюдение качества воздуха на этапе проектирования и строительства предлагается обеспечивать запретом использования строительных материалов, содержащих асбест и свинец. Во время эксплуатации предполагается мониторинг большего количества веществ, чем в большинстве ранее упомянутых стандартов: частицы PM10 и PM2.5, CO, CO₂, формальдегид, ацетон, бензол, толуол и опционально: фенол, этиловый эфир, этилацетат, метилэтилкетон, этиловый спирт.

Также зарубежные «зеленые» стандарты и российские стандарты GREEN ZOOM, ГОСТ Р 70346—2022, CLEVER единодушны относительно необходимости замеров уровня CO₂ с помощью датчиков, регистрирующих этот уровень, а также регулирования вентиляции на основе этих данных. В российском стандарте СТО НООСТРОЙ в настоящий момент такие требования отсутствуют.

Роль вентиляции в обеспечении качества внутренней среды

Анализ зарубежных «зеленых» стандартов показал, что понятие качества воздуха в помещении в них практически неотделимо от понятия микроклимата помещения, что объясняется обязательными требованиями к наличию и обеспечению работы систем ОВК, которые, обеспечивая заданные параметры воздухообмена, регулируют и тепло-влажностный режим, и в большей степени содержание возможных загрязняющих веществ в помещении.

В то же время в российских нормативных документах понятие микроклимата помещения почти исключительно относится к соблюдению отдельно заданных параметров температуры, влажности, скорости движения воздуха. Соблюдение качества воздуха заключается, как правило, в итоговом контроле загрязняющих веществ в помещении.

Указанная разница в подходах возможно объясняется отсутствием обязательных требований в российских нормативных документах к наличию механической вентиляции. В этом случае, очевидно, сложно обеспечить регулирование содержания загрязняющих веществ с помощью увеличенного воздухообмена, поэтому эта важная составляющая качества внутренней среды помещений рассматривается, в основном, исключительно как результирующая эмиссии строительных материалов и жизнедеятельности пользователей помещений.

Таким же образом складывается ситуация с обеспечением теплового комфорта в соответствии с ISO 7730/ASHRAE 55. Несмотря на принятый в России ГОСТ Р ИСО 7730—2009, являющийся переводным аналогом ISO 7730:2005, приведенный в нем метод оценки показателей умеренных термальных сред не является обязательным. Более того, приведенная в офи-

¹⁴ Клевер. Методика оценки и сертификации зданий для объектов нового строительства (New Construction) // АНО Национальный Центр ГЧП. URL: <https://rosinfra.ru/library/metodika-ocenki-i-sertifikacii-zdanij-dla-obektov-novogo-stroitelstva-new-construction>.

циальном издании стандарта¹⁵ формула расчета показателя PMV, как и компьютерная программа для вычисления PMV и PPD, содержат опечатки, которые приводят к невозможности использования данного стандарта [14]. Предложенная исследователями [14] корректировка формулы программы исчисления интегральных показателей позволит адекватно произвести необходимые вычисления, что, возможно, позволит международно признанному методу оценки тепловой комфортности помещения войти в новые версии российских «зеленых» стандартов.

Стандарты LEED и BREAM, CLEVER предлагают нивелировать возможные небольшие уровни эмиссий загрязняющих веществ с помощью эффективной работы системы вентиляции. Необходимость эффективной работы системы ОВК отдельно подробно прописана в качестве критерия в стандартах LEED и BREAM, т. к. именно она регулирует конечные вопросы соответствия параметров микроклимата/теплового комфорта и уровня загрязнений в помещении/здании.

Роль систем вентиляции в ГОСТ Р 70346—2022 в обеспечении качества внутренней среды прямо не увязана с этим показателем и лишь косвенно рассмотрена в контексте критериев «3.3. Система контроля углекислого газа в помещениях», «3.5. Тепловой комфорт» и «3.7. Мониторинг качества воздуха», в то время как очевидно, что именно работа систем ОВК может обеспечить качественной состав воздуха и комфортные параметры внутренней среды.

Заключение

Уход с отечественного рынка зарубежных систем «зеленой» сертификации строительства простимулировал создание аналогичных отечественных продуктов. Формирование системы единых «зеленых» требований к проектным решениям является важным этапом на пути к устойчивому строительству и укреплению рынка девелопмента в сложившейся экономической ситуации.

Новые ГОСТы и системы оценки и сертификации зданий, нацеленные, кроме прочего, и на создание комфортной и экологически безопасной внутренней среды зданий, разработаны с учетом зарубежного опыта. Существующая отечественная база для «зеленого» сертифицирования в отношении микроклимата и теплового комфорта в настоящее время содержит лишь рекомендательный характер для таких важных международно признанных ориентиров теплового комфорта как индекс прогнозируемой оценки PMV и PDD. Четкие требования к применению такого способа оценки качества внутренней среды помещений положительно отразятся не только на обеспечении комфортного нахождения людей в помещении, но и оптимизируют энергетическую эффективность всего здания.

Аналогичная ситуация сложилась в отношении оценки качественного состава воздуха внутренней среды. Ныне введенные СанПиН 1.2.3685—21, вместо ранее действовавших СанПиН 2.1.2.2645—10, прямо не предписывают требований к качественному составу воздуха внутри помещений. Предписания нормативной базы и «зеленых» стандартов, в т. ч. и зарубежных, на

¹⁵ ГОСТ Р ИСО 7730-2009. Эргономика термальной среды. Аналитическое определение и интерпретация комфортности теплового режима с использованием расчета показателей PMV и PPD и критериев локального теплового комфорта. — URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200076557>

данном этапе не содержат исчерпывающего перечня требований к обеспечению регламентируемого качества воздуха в помещениях. Использование содержания углекислого газа как индикатора качества воздуха в помещении акцентирует внимание лишь на эмиссиях, создаваемых в процессе жизнедеятельности человека, при таком подходе не учитываются эмиссии от мебели, строительных материалов, в т. ч. и экологически сертифицированных. Регулирование качества воздуха через требование использовать местные материалы или материалы, имеющие экологический сертификат, также не обеспечивают в полной мере безопасность среды помещения. Таким образом, опираясь на имеющуюся нормативную базу, невозможно определить перечень контролируемых веществ.

Требования к наличию и обеспечению работы систем ОВК должны носить обязательный характер. Отсутствие таких систем затрудняет регулирование содержания загрязняющих веществ в воздухе помещения, эмиссии которых происходят еще длительное время по завершении этапа строительства.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. The National Human Activity Pattern Survey (NHAPS): a resource for assessing exposure to environmental pollutants / N. E. Klepeis, W. C. Nelson, W. R. Ott, J. P. Robinson, A. M. Tsang, P. Switzer, J. V. Behar, S. C. Hern, W. H. Engelmann // *Journal of Exposure Science & Environmental Epidemiology*. 2001. Vol. 11. Iss. 3. Pp. 231—252.
2. Association between classroom ventilation mode and learning outcome in Danish schools / J. Toftum, B. U. Kjeldsen, P. Wargocki, H. R. Menå, E. M. N. Hansen, G. Clausen // *Building and Environment*. 2015. Vol. 92, Pp. 494—503.
3. *Nimlyat P. S., Kandar M. Z.* Appraisal of indoor environmental quality (IEQ) in healthcare facilities: A literature review // *Sustainable Cities and Society*. 2015. Vol. 17. Pp. 61—68.
4. *Васильев А. В., Одноров Е. П.* Влияние микроклимата на производительность труда рабочих в РМЦ // *Молодой ученый*. 2016. Вып. 1(105). С. 138—141.
5. *Bueno A. M., De Paula Xavier A. A, Broday E. E.* Evaluating the connection between thermal comfort and productivity in buildings: A systematic literature review // *Buildings*. 2021. Vol. 11. Iss. 6. P. 244.
6. *Landrigan P. J., Fuller R., Acosta N. J. R., Adeyi O.* The lancet commission on pollution and health // *Lancet*. 2018. Vol. 391. Pp. 462—512.
7. *Матигорова А. В.* Энергосберегающие технологии систем вентиляции и кондиционирования воздуха // *Вестник магистратуры*. 2020. Вып. 1-4(100). С. 16—17.
8. *Корниенко С. В.* Новый взгляд на энергосбережение в производственных зданиях // *Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура*. 2022. № 3(88). С. 138—147.
9. *Корниенко С. В.* Энергоэффективность, экологическая безопасность, экономическая эффективность — приоритетные задачи «зеленого» строительства // *Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура*. 2017. Вып. 49(68). С. 167—177.
10. *Daisey J. M., Angell W. J., Apte M. G.* Indoor air quality, ventilation and health symptoms in schools: An analysis of existing information // *Indoor Air*. 2003. Vol. 13. Pp. 53—64.
11. *Fanger P. O.* Thermal Comfort: analysis and applications in environmental engineering. Copenhagen: Danish Technical Press, 1970. 244 p.
12. *Крийт В. Е., Сладкова Ю. Н., Волчкова О. В.* Основные проблемы проведения измерений показателей микроклимата в помещениях жилых и общественных зданий и пути их решения // *Медицина труда и промышленная экология*. 2021. Вып. 61(5). С.334—339.
13. *Перехоженцев А. Г.* Тепловой комфорт в помещении — основа нормирования теплозащиты зданий. Предложения по совершенствованию норм по теплозащите зданий // *Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура*. 2020. Вып. 4(81). С. 227—237.

14. Васильева Ж. В., Васильев А. Г., Курдишова Е. А. Анализ неточностей и несоответствий в актуальной редакции стандарта ГОСТ Р ИСО 7730—2009 // Вестник МГТУ. 2023. Т. 26. № 1. С. 45—56.

© Васильева Ж. В., Тришина А. С., 2024

Поступила в редакцию
в сентябре 2024 г.

Ссылка для цитирования:

Васильева Ж. В., Тришина А. С. Анализ отечественных и международных нормативных документов, регулирующих качество внутренней среды помещений // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2024. Вып. 4(97). С. 284—296. DOI: 10.35211/18154360_2024_4_284.

Об авторах:

Васильева Жанна Вячеславовна — канд. техн. наук, доц., зав. каф. экологии и техносферной безопасности, Мурманский арктический университет (МАУ). Российская Федерация, 183010, г. Мурманск, ул. Спортивная, 13; kuchugura@mail.ru

Тришина Анастасия Сергеевна — зав. лаб. каф. экологии и техносферной безопасности, Мурманский арктический университет (МАУ). Российская Федерация, 183010, г. Мурманск, ул. Спортивная, 13

Zhanna V. Vasileva, Anastasia S. Trishina

Murmansk Arctic University

ANALYSIS OF DOMESTIC AND INTERNATIONAL REGULATIONS GOVERNING THE QUALITY OF THE INDOOR ENVIRONMENT

The work was carried out within the framework of R & D Murmansk Arctic University No. 124041100089-4 "Environmental safety and sustainable development of marine transport and logistics and aqua-territorial systems of the Arctic zone of the Russian Federation"

The review presents the results of an analysis of the current system for monitoring the quality of the internal environment of premises, both in the domestic and foreign legal fields. The regulatory documents of the RF, green building standards, including international ones, are compared. It has been established that the wide list of domestic regulations, does not have a unity of concepts and requirements, and in some issues the requirements of the documents under consideration may contradict each other.

Keywords: indoor environment quality, microclimate, air pollution.

For citation:

Vasileva Zh. V., Trishina A. S. [Analysis of domestic and international regulations governing the quality of the indoor environment]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arhitektura* [Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Civil Engineering and Architecture], 2024, iss. 4, pp. 284—296. DOI: 10.35211/18154360_2024_4_284.

About authors:

Zhanna V. Vasileva — Candidate of Engineering Sciences, Docent, Murmansk Arctic University. 13, Sportivnaya st., Murmansk, 183010, Russian Federation; kuchugura@mail.ru

Anastasia S. Trishina — Head of the Laboratory Ecology and Technosphere Safety Department, Murmansk Arctic University. 13, Sportivnaya st., Murmansk, 183010, Russian Federation