

DOI: 10.38054/iaeee-306

УДК 502.22: 574; 614.1; 712.3

## КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЖИЛЫХ И ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ (КОНЦЕПЦИЯ ЗЕЛЁНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА)

М.Д. Тинасилов<sup>(1)</sup>, А.Р. Уркумбаева<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> почетный профессор МУИТ, д.э.н., профессор, КазННТУ им. К. Сатпаева

<sup>(2)</sup> к.э.н., доцент, КазННТУ им. К. Сатпаева

**Аннотация:** Авторы определили основные положения экологической и энергетической безопасности зданий, которые иллюстрируют возможность развития жилищного строительства в указанных направлениях. На основе анализа достижений и опыта в области энергосбережения и экологии даны предложения и рекомендации по их применению в заинтересованных странах.

**Ключевые слова:** энергоэффективность, энергопотребление, теплозащита, рекуперация тепла, воздухообмен, зелёные здания, микроклиматические параметры, приведённое сопротивление теплопередаче.

## EVALUATION CRITERIA FOR ENVIRONMENTAL AND ENERGY PERFORMANCE OF RESIDENTIAL AND PUBLIC BUILDINGS (GREEN BUILDING CONCEPT)

M.D. Tinasilov<sup>(1)</sup>, A.R. Urkumbaeva<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> Honorary Professor of IntUIT, Doctor of Economic Sciences, Professor, KazNITU named after K. Satbayev

<sup>(2)</sup> Candidate of Economic Sciences, Docent., KazNITU named after K. Satbayev

**Abstract:** The authors have identified the main provisions of the environmental and energy security of the buildings, which illustrate the possibility of housing development (or construction) in these areas. The proposal and recommendations for their application in the countries concerned based on the analysis of achievements and experience in the field of energy conservation and the environment.

**Key words:** energy efficiency, energy consumption, thermal insulation, heat recovery ventilation, green buildings, micro-climatic parameters, reduced heat transfer resistance.

## ТУРАК ЖАНА КООМДУК ИМАРАТТАРДЫН ЭКОЛОГИЯЛЫК ЖАНА ЭНЕРГЕТИКАЛЫК МҮНӨЗДӨМӨЛӨРҮН БААЛОО КРИТЕРИЙЛЕРИ (ЖАШЫЛ КУРУЛУШ КОНЦЕПЦИЯСЫ)

М.Д. Тинасилов<sup>(1)</sup>, А.Р. Уркумбаева<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> ЭИТУнун ардактуу профессору, э.и.д., профессор, К. Сатпаев ат. КазННТУ

<sup>(2)</sup> К. Сатпаев ат. КазННТУ э.и.к., доцент

**Аннотация:** Авторлор имараттардын экологиялык жана энергетикалык коопсуздугунун негизги жоболорун аныкташты, алар өз кезегинде турак жай курулушунун көрсөтүлгөн багытта өнүгүү мүмкүнчүлүгүн чагылдырат. Энергия үнөмдөө жана экология

## ВЕСТНИК МЕЖДУНАРОДНОЙ АССОЦИАЦИИ ЭКСПЕРТОВ ПО СЕЙСМОСТОЙКОМУ СТРОИТЕЛЬСТВУ

*тармагындагы жетишкендиктерди жана тажрыйбаны талдоонун негизинде аларды кызыктар өлкөлөрдүн колдонуусу боюнча сунуштар берилген.*

**Өзөктүү сөздөр:** *энергонатыйжалуулук, энергия колдонуу, жылуулук коргоочу, абаа алмашуу, жашыл имараттар, микроклиматтык параметрлер, жылуулук берүүдөгү келтирилген каршылык.*

В условиях концепции зеленого строительства Международное энергетическое агентство (МЭА) разработало рекомендации по вопросам политики энергоэффективности для государств «Большой восьмёрки». В декларации Хайлигендамского саммита (2007 г.) лидеры стран «Большой восьмёрки» было заявлено, что они «будут реализовывать конкретные рекомендации по энергоэффективности, представленные МЭА, и возьмут их за основу при подготовке национальных планов». В части повышения энергетической эффективности строительного сектора рекомендации МЭА сводятся к созданию энергоэффективных зданий. Комплекс предлагаемых мер охватывает 5 направлений:

- создание более жёстких норм энергоэффективности для новых зданий, чем существующие; при этом срок окупаемости капитальных вложений устанавливается 30 лет;
- создание зданий с малым или нулевым энергопотреблением; показатели энергоэффективности этих зданий должны использоваться в качестве сравнительных при разработке новых норм по энергоэффективности в будущем;
- осуществлять реконструкцию существующих зданий; при этом должны быть установлены стандартизированные показатели энергоэффективности зданий при реконструкции для сравнения и контроля;
- создать схемы строительной сертификации для обеспечения большей информированности по вопросам энергоэффективности, в том числе обязательное представление оценок энергоэффективности предполагаемым покупателям/арендаторам; должны быть созданы структуры, гарантирующие доступность этой информации;
- создать новые типы окон и других светопрозрачных конструкций, включая разработку минимальных требований по энергоэффективности с учётом срока службы окон; при этом должно быть обязательное требование маркировки энергоэффективности для изготовителей окон и других светопрозрачных конструкций.

Официальное определение зданий с малым энергопотреблением в качестве первого шага, чтобы такие показатели энергоэффективности стали в будущем стандартными, установлены, по данным 2015г., в нормах 7 стран: Австрии, Великобритании, Дании, Германии, Чехии, Финляндии и Франции. В ближайшие годы планируют ввести официальное определение таких зданий Бельгия, Люксембург,

## ВЕСТНИК МЕЖДУНАРОДНОЙ АССОЦИАЦИИ ЭКСПЕРТОВ ПО СЕЙСМОСТОЙКОМУ СТРОИТЕЛЬСТВУ

Румыния, Словакия, Норвегия, Швеция и Швейцария. Необходимо отметить, что все определения основаны на удельном энергопотреблении этих зданий за год в кВт·ч/м<sup>2</sup>. В Германии и Австрии такие здания уже завоевали заметную долю рынка новостроек, а в Швеции, Дании и Франции они уже начинают появляться. В Великобритании и Дании энергетические показатели таких зданий будут определять разработку новых норм в ближайшее десятилетие, а к 2020 г. такие здания должны составлять почти 100% на рынке новостроек.

С точки зрения обеспечения повышенной энергетической эффективности и экологической безопасности зданий по сравнению с базовым нормируемым уровнем в Европе и других затеняемых странах применяются следующие категории:

- здания с низким энергопотреблением;
- пассивные здания;
- здания с нулевым энергопотреблением или нулевым выбросом CO<sub>2</sub>;
- зелёные здания;
- здания, сбалансированные с окружающей средой (Sustainable building).

Все перечисленные здания относятся к категории, обеспечивающей повышенную энергетическую эффективность и экологическую безопасность. Однако для всех этих категорий зданий в мире пока не существует узаконенных норм (стандартов). Обычно отмечается, что эти здания обеспечивают лучшую энергоэффективность, чем типичные новые здания, возведённые по действующим минимальным нормативам, называемым базовым уровнем, следовательно, они будут иметь более низкое энергопотребление в сравнении со зданиями, построенными по узаконенным нормам.

Под повышением энергетической эффективности зданий и сооружений понимают совокупность нормативных, организационных, технических, административных и иных мер, направленных на повышение эффекта от потребления топливно-энергетических ресурсов с учётом охраны окружающей среды.

В Европе принят термин «здания с низким энергопотреблением». Иногда такие дома называют пассивными. Как правило, эти объекты жилищного строительства. Обычно указываются классы энергетической эффективности таких зданий, например А и В шкалы А-G или А+ и А++, показывающие, что эти здания будут более энергоэффективными, чем требования стандартов, нормирующих базовый уровень.

Пассивные дома - это такие дома, в которых комфортный внутренний микроклимат может быть обеспечен без традиционных систем отопления и охлаждения. В большинстве европейских стран энергопотребление таких домов снижено на 70-90% по сравнению с базовыми требованиями норм. Обычно эта величина не должна превышать 15 кВт·ч/м<sup>2</sup> за год на отопление и вентиляцию по

## ВЕСТНИК МЕЖДУНАРОДНОЙ АССОЦИАЦИИ ЭКСПЕРТОВ ПО СЕЙСМОСТОЙКОМУ СТРОИТЕЛЬСТВУ

сравнению с требуемой величиной по нормам Германии 50 кВт·ч/м<sup>2</sup>. В этих домах удельная тепловая нагрузка на отопление при расчётной температуре наружного воздуха должна быть меньше 10 Вт/м<sup>2</sup>.

Общее потребление первичной энергии по топливу, включая отопление, вентиляцию, горячую воду и электроэнергию, не должно превышать 120 кВт·ч/(м<sup>2</sup>·год). При испытании на герметичность зданий и закрытой системе вентиляции кратность воздухообмена не должна превышать 0,6 ч<sup>-1</sup> при разности давлений в 50 Па. Механическая система вентиляции должна обеспечить воздухообмен 0,4 ч<sup>-1</sup>. Эти системы обычно используют рекуператоры тепла, иногда используют сочетание с тепловыми насосами.

В Германии, Австрии, Дании и Швейцарии существуют рекомендации для создания жилых и общественных зданий с низким энергопотреблением. Требование по удельной тепловой нагрузке на отопление и горячую воду при расчётной температуре наружного воздуха в Германии и Австрии согласно этим рекомендациям составляет 30 Вт/м<sup>2</sup> по отношению к отапливаемой площади; в Швейцарии - 38 Вт/м<sup>2</sup>; в Дании - на 50% ниже, чем энергопотребление по требованиям базовых норм класса 1 и на 25% - класса 2.

В Бельгии нет узаконенных требований, однако получили признание следующие требования для зданий с низким энергопотреблением. Требования к таким зданиям обозначают буквой E и цифрой, обозначающей процент снижения энергопотребления от минимальных базовых требований по энергопотреблению, включая также требования к пониженной воздухопроницаемости ограждающей оболочки здания. Требования были разработаны по экономическим критериям. Различают дома с малым энергопотреблением, требования для которых E60 для жилых зданий и E70 для офисов и школ, и дома с очень низким энергопотреблением, требования для которых E40 для жилых зданий и E55 для офисов и школ.

Согласно нормам Дании, базовый минимальный уровень энергопотребления в кВт·ч/м<sup>2</sup> в год для жилых зданий определяется по формуле  $70+2200 \cdot A$ , где A - общая отапливаемая площадь пола. Для других зданий эта величина определяется по формуле  $95+2200 \cdot A$ . При этом учитываются энергозатраты на отопление, вентиляцию, охлаждение и горячую воду и для нежилых зданий - на искусственное освещение, причём расходы электроэнергии при суммировании всех затрат умножаются на коэффициент 2,5. Для домов с малым энергопотреблением установлено два класса: класс 1 соответствует энергопотреблению 75% от минимального базового уровня, класс 2 - 50%.

В Чехии декретом № 148/2007 введена классификация зданий по удельному энергопотреблению в кВт·ч/м<sup>2</sup> в год. Этим декретом определено 8 классов зданий (A-

## ВЕСТНИК МЕЖДУНАРОДНОЙ АССОЦИАЦИИ ЭКСПЕРТОВ ПО СЕЙСМОСТОЙКОМУ СТРОИТЕЛЬСТВУ

G), где класс С (98-142 кВт·ч/м<sup>2</sup>) отражает минимальные требования; класс В (51-97 кВт·ч/м<sup>2</sup>) - энергетически эффективное здание и класс А (меньше, чем 51 кВт·ч/м<sup>2</sup>) - очень энергетически эффективное здание.

Минимальный базовый уровень энергопотребления в Германии до 2008 г. определялся по формуле:  $50,94 + 75,29 \cdot A/V_e + 2600/(100 + AN)$ , где А - площадь наружной поверхности ограждающей конструкции, м<sup>2</sup>; V<sub>e</sub> - объём, замкнутый ограждающими конструкциями, м<sup>3</sup>; AN - площадь пола обитаемой зоны, м<sup>2</sup>. Этот минимальный уровень энергопотребления был снижен на 30% в 2008 г., и планируется следующее снижение ещё на 30% в 2012 г., с тем чтобы к 2020 г., новые здания эксплуатировались без использования добываемого топлива.

В потребление первичной энергии входят расходы энергии на отопление, охлаждение, вентиляцию, горячую воду и искусственное освещение. Расходы электрической энергии на электромоторы и освещение при суммировании общих расходов умножаются на коэффициент 2,7.

В Германии для создания домов с небольшим энергопотреблением существует государственная специальная кредитная программа KfW, дающая льготные кредиты для создания таких домов. Обозначение KfW60 соответствует дому, имеющему годовое потребление первичной энергии, равное 60% от минимального базового уровня; KfW40 - 40% соответственно, причём теплозащита в последнем случае должна быть на 45% выше минимального уровня, включая сниженную воздухопроницаемость. Пассивные дома в кредитной программе Германии определяются как KfW40 с годовым расходом энергии на отопление ниже как 15 кВт·ч/м<sup>2</sup> в год.

В Австрии дома с малым энергопотреблением определены как имеющие энергопотребление на 30% ниже минимального уровня (60-40 кВт·ч/м<sup>2</sup> в год общей площади), причём 60 кВт·ч/м<sup>2</sup> в год относится к многоквартирным домам. К пассивным домам относят те, которые имеют энергопотребление ниже 15 кВт·ч/м<sup>2</sup> в год, причём в провинции Штирия - по отношению к полезной площади, а в провинции Тироль - по отношению к отапливаемой площади.

Во Франции совместным Распоряжением министерств энергетики и строительства от 8 мая 2007 г. установлено 5 классов энергоэффективности зданий: НРЕ, НРЕ, EnR, ТНРЕ, ТНРЕ EnR и ВВС. Класс ВВС относится к зданиям с малым энергопотреблением. Все новые жилые здания с 2012 г. должны соответствовать этим требованиям, а с 2020 г. новые здания должны быть пассивными или энергетическими активными, т.е. потреблять меньше энергии, чем её вырабатывать. Что касается других зданий, то годовое потребление первичной энергии на отопление, охлаждение, горячую воду и искусственное освещение должно быть по крайней мере на 50% ниже

## ВЕСТНИК МЕЖДУНАРОДНОЙ АССОЦИАЦИИ ЭКСПЕРТОВ ПО СЕЙСМОСТОЙКОМУ СТРОИТЕЛЬСТВУ

требований существующих норм. Для реконструируемых зданий с 2009 г. установлены рекомендуемые требования в 80 кВт·ч/м<sup>2</sup> в год.

Здания с нулевым энергопотреблением получили также распространение в США. Общепринятого определения для этих зданий пока нет. Имеется в виду, что это те здания, которые не используют добываемые виды топлива и получают необходимую энергию от солнечной радиации и других возобновляемых источников энергии и имеют нулевой энергетический баланс в годовом цикле.

В отличие от пассивных домов зелёные здания, построенные по зелёным стандартам, наряду с повышенной энергоэффективностью имеют сниженное потребление питьевой воды и использование «серой» технической воды для санитарных и других технических нужд; при их возведении используют строительные материалы, имеющие минимальное воздействие на здоровье человека и окружающую среду. Под зелёными стандартами понимают уровни требований, включающих охрану окружающей среды и экологию, эффективное использование энергии, воды, утилизацию мусора, использование нетрадиционных источников энергии и пр. Зелёные здания могут включать большой список требований, среди которых выделяют энергетические ресурсы, качество внутреннего воздуха и требование, чтобы все строительные материалы были из местных источников. Зелёные стандарты варьируются по странам и регионам и имеют различные показатели, например, в США, Канаде, Австралии и Великобритании. Сбалансированные с окружающей средой (Sustainable) здания имеют схожие определения с зелёными стандартами с очень незначительными отличиями.

Зелёные здания обладают как явными, так и скрытыми преимуществами, которые выявляются в процессе эксплуатации. К явным преимуществам относятся сокращение на 8-10% и более эксплуатационных расходов и более высокая арендная плата. Скрытыми преимуществами являются более комфортные условия работы в этих зданиях, демонстрация конкурентам своего отношения к защите окружающей среды.

Для оценки показателей зелёных или сбалансированных с окружающей средой зданий применяют различные системы и процедуры, которые начали разрабатываться после 1990 г. во многих странах. Большинство из них оценивает выбор строительной площадки, энергетическую эффективность объекта, удаление отходов жизнедеятельности из объекта, водяные источники, качество внутренней среды обитания в объекте, экологическую чистоту строительных материалов и прочее. Эти всеобъемлющие оценки зданий и сооружений используют мультидисциплинарный и мультикритериальный подходы. Цели оценок зданий и сооружений с точки зрения их воздействия на окружающую среду заключается в определении безопасности и надёжности реальных зданий и сооружений, в возможности их сравнительного

## ВЕСТНИК МЕЖДУНАРОДНОЙ АССОЦИАЦИИ ЭКСПЕРТОВ ПО СЕЙСМОСТОЙКОМУ СТРОИТЕЛЬСТВУ

анализа, в определении предполагаемого воздействия на окружающую среду и предложений по снижению таких воздействий. Эти системы и процедуры направлены на проектирование, строительство и эксплуатацию зданий с точки зрения критериев из сбалансированности с окружающей средой (sustainable developing) и их эффективности. Оценка воздействия здания на окружающую среду является не только инструментом контроля, а также и инструментом проектирования. Эти системы оценок рассматривают весь цикл существования здания на всех его стадиях: проект, строительство, эксплуатация, модернизация и капитальный ремонт, снос.

Получили распространение следующие системы: BREEAM, Green Globes, LEED, SBTool, CASBEE, HK-BEAM, NABERS, LEEnSE и др. Критерии, заложенные в эти системы, различны. На основе критериев этих систем оценивается экологическая характеристика объекта и его влияние на окружающую среду. Система BREEAM была разработана в Великобритании в 1990 г. как метод оценки воздействия здания на окружающую среду. Эта система устанавливает стандарты лучшей практики проектирования сбалансированных с окружающей средой зданий и оценивает их в процессе эксплуатации по факту.

Система EcoHomes-2006 является версией BREEAM для малоэтажных домов. Эта система обеспечивает авторитетную оценку новых, модернизированных и реконструируемых малоэтажных домов и охватывает как односемейные, так и многоквартирные здания, и их отдельные квартиры и апартаменты. Нормы по сбалансированным с окружающей средой домам, введенные в действие в апреле 2007 г., заменили систему EcoHomes-2006 и действуют в качестве обязательных для вновь возводимых домов в Англии. Эти нормы включают девять категорий: энергия и выделение двуоксида углерода, вода, материалы, ливневая вода, отходы, загрязнения, здоровье и благополучие людей, управление и экология. Green Globes (США) представляют адаптированную редакцию системы оценки, разработанной в Канаде в 2004 г. Система LEED (Лидерство в энергии и окружающей среде) разработана в 1998 г. в качестве системы оценки существующих строительных технологий. SBTool является программным обеспечением метода оценки GBC (Зеленым зданиям вызов), разработанного в Канаде 1996 г.. Процесс GBC введен организацией «Природные ресурсы Канады», но ответственность передана iiSBE (Международная инициатива по сбалансированной среде обитания). CASBEE (Система исчерпывающей оценки эффективности окружающей среды обитания) разработана в Японии в 2001 г.. HK-BEAM разработана в Гонконге как инициатива промышленности по измерению, улучшению, сертификации и маркировке сбалансированных с окружающей средой зданий. В этой системе определяется свыше 100 критериев по ключевым аспектам зданий в Гонконге и обеспечивается среда для проектировщиков/эксплуатационников

## ВЕСТНИК МЕЖДУНАРОДНОЙ АССОЦИАЦИИ ЭКСПЕРТОВ ПО СЕЙСМОСТОЙКОМУ СТРОИТЕЛЬСТВУ

по созданию условий, удовлетворяющих критериям по защите окружающей среды. NABERS (Национальная система Австралии по оценке влияния среды обитания на окружающую среду) разработана в 2001 г. для оценки влияния на окружающую среду многих типов новых и существующих жилых и общественных зданий и позволяет собственнику здания или оператору ежегодно выполнять такие оценки самостоятельно или с помощью специалистов. LEnSE (Методология маркировки зданий по показателям окружающей среды, социальным и экономическим) является проектом в рамках VI программы, который предлагает общеевропейскую методологию по оценке и/или маркировке показателей окружающей среды, социальных и экономических, на которые оказывает влияние здание. LEnSE представляет собой европейский исследовательский проект в ответ на возрастающую потребность в Европе в оценке эффективности сбалансированности зданий с окружающей средой (sustainability performance).

Одной из первых разработок была британская система балльной оценки зеленых офисных зданий BREEAM, к главным критериям которой относятся качество и эффективность эксплуатации здания. Учитываются следующие критерии оценки:

- оптимизация эксплуатации здания;
- качество микроклимата в здании и его влияние на самочувствие и здоровье находящихся в здании людей;
- снижение выбросов CO<sub>2</sub> при эксплуатации здания;
- транспортировка сотрудников в здание и из него по окончании работы, парковочные площади и доступность общественного транспорта;
- расположение и доступность различных отделов внутри здания, удобства при работе;
- эффективность использования питьевой и технической воды, в том числе применение систем, реагирующих на утечки воды;
- применение в строительстве материалов малой энергоемкости при их производстве, а также материалов повторного использования;
- оптимальное использование месторасположения здания;
- минимизация загрязнений и другие критерии.

Оценка выполняется как на стадии проектирования новых зданий, так и на стадии реконструкции и модернизации здания. Установлены следующие категории при суммарном наборе баллов: «прекрасный» при 70 баллах и выше; «очень хороший» при 55 баллах; «хороший» при 40 баллах и «проходной» при 25 баллах. Система широко используется в Великобритании, Европе и странах Персидского залива.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Беляев Ю.М.** *Критерии эколого-экономической эффективности энергетических технологий //Промышленная энергетика. 2003. – №8.*

2. **Бринкман, Энди.** *Физические проблемы экологии / Э. Бринкман; пер. с англ. А.Д. Калашикова; доп. В.В. Тетельмина. - Долгопрудный: Интеллект, 2012. - 287 с.*

3. **М.Д. Тинасилов.** *Научная модернизация инновационного развития электроэнергетики Казахстана. /Сб. трудов Международная научно-практическая конференция «Стратегия Казахстан - 2050»: Образование-наука-инновации, Сатпаевских чтений – 2013 посвященных Дню работников науки. Алматы 10-13 апреля 2013.*

4. **Тинасилов М.Д., Уркумбаева А.Р.** *Мировой опыт использования солнечной энергии. Сб. научных трудов Научный и информационный журнал «Материаловедение» МОН КР, НАН КР, г. Бишкек № 4/2014(7) стр. 36-40.*