

## **ОБРАЗОВАНИЕ В РОССИИ И АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ СОВРЕМЕННОЙ НАУКИ**

**Меретуков Заур Айдамирович,**

доктор технических наук, доцент,  
заведующий кафедрой «Строительных и общепрофессиональных дисциплин»,  
ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет»,  
г. Майкоп;

**Борсук Оксана Юрьевна,**

кандидат биологических наук,  
доцент кафедры строительных и общепрофессиональных дисциплин,  
ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет»,  
г. Майкоп;

**Ларионов Юрий Михайлович,**

кандидат сельскохозяйственных наук,  
доцент кафедры строительных и общепрофессиональных дисциплин,  
ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет»,  
г. Майкоп;

**Каминская Надежда Михайловна,**

магистрант по специальности 08.04.01-Строительство,  
ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет»,  
г. Майкоп;

**Макшанов Сергей Васильевич,**

магистрант по специальности 08.04.01-Строительство,  
ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет»,  
г. Майкоп

### **ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В ГРАЖДАНСКИХ ЗДАНИЯХ: СОВРЕМЕННЫЕ КОНЦЕПЦИИ И ПРИМЕРЫ ИХ РЕАЛИЗАЦИИ**

**Аннотация.** Главными направлениями энергосбережения в строительстве являются внедрение принципиально новых типов конструкций зданий, а также использование эффективных теплоизоляционных материалов и энергосберегающих решений при устройстве инженерных систем. В данной статье рассмотрены как современные методах строи-

## ОБРАЗОВАНИЕ В РОССИИ И АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ СОВРЕМЕННОЙ НАУКИ

тельства новых зданий жилого и производственного назначения, так и комплексное переустройство уже существующих зданий.

**Ключевые слова:** строительство, энергосбережение, конструкции зданий, теплоизоляционный материал, экологичность.

В настоящее время используемые человечеством энергоресурсы постепенно иссякают, стоимость их добычи увеличивается, а нерациональное использование вызывает ухудшение экологической ситуации. Эффективное применение энергоресурсов за счет использования инновационных решений является ключом к решению этой проблемы. Только энергосбережение в любой сфере деятельности человека способно свести к минимуму бесполезные потери энергии, что сегодня является одним из приоритетных направлений.

Значительно повысить эффективность использования любого вида энергии способны современные энергосберегающие технологии, применение которых несет достаточно реальные выгоды – это экономия энергии и затрат, связанных с ее использованием, а также поддержание необходимого экологического равновесия.

Новейшие энергосберегающие технологии в строительстве помимо экономии финансовых ресурсов, открывают и принципиально новые возможности для снижения выбросов в атмосферу вредных веществ, которые образуются при обогреве и охлаждении зданий.

Актуальность внедрения современных энергосберегающих технологий, по сути, сопоставима с непосредственным производством энергии. Энергосберегающие технологии представляют собой более выгодный и экологически грамотный способ обеспечения растущего с каждым годом спроса на энергоносители. Здания с максимальным использованием выделяющейся внутри них тепловой энергии и максимальной защитой от потерь теплоты через наружные поверхности и вентиляцию называ-

## ОБРАЗОВАНИЕ В РОССИИ И АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ СОВРЕМЕННОЙ НАУКИ

ются энергосберегающими, энергоэкономичными или энергоэффективными [1].

Среди энергоэффективных домов выделяют:

- пассивные дома, у которых удельное потребление теплоты от внешнего источника во много раз ниже по сравнению с обычными современными зданиями;
- активные дома, которые кроме малого удельного потребления теплоты имеют еще и встроенные источники энергии (как правило, используются установки, использующие возобновляемые источники (ВИЭ): тепловые насосы, ветроагрегаты, фотоэлектрические преобразователи);
- здания с нулевым потреблением, которым при малом энергопотреблении достаточно собственных источников энергии, что делает необязательными сети и подключение к инфраструктуре.

Термин «энергоэффективное» здание появился после энергетического кризиса 70-х гг. XX в., когда за рубежом нормативы показателей теплозащиты строительных конструкций были увеличены в 2-3,5 раза. В дальнейшем эти нормы были уточнены и более ужесточены, в результате чего появились два новых термина: дома низкого энергопотребления (ДНЭ) и дома ультранизкого энергопотребления (ДУЭ). Годовой расход тепла для первых из них (ДНЭ) составляет 30-70 кВт\*ч/м<sup>3</sup>, для вторых (ДУЭ) - 15-30 кВт\*ч/м<sup>3</sup>

Результатом дальнейшего развития концепции энергосбережения стало появление еще двух понятий: "пассивный" и "активный" дом. Пассивный дом (от англ. passivehouse) – это сооружение, основной особенностью которого является малое энергопотребление (не более 10 % от энергии, расходуемой обычным зданием для обогрева единицы его внутреннего объема). Такого снижения удается достичь в первую очередь за счет того, что дом максимально улавливает и сохраняет в жи-

## ОБРАЗОВАНИЕ В РОССИИ И АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ СОВРЕМЕННОЙ НАУКИ

лом пространстве тепло, поступающее из окружающей среды и выработанное внутренними источниками, включая электролампы, бытовые приборы и даже проживающих в здании людей. Для этого постройка должна быть компактной, качественно утепленной, герметичной и правильно ориентированной по сторонам света. Обязательно применяют также систему приточно-вытяжной вентиляции с рекуперацией воздуха.

Активный дом (от англ. activehouse) представляет собой комбинацию пассивного и «умного (интеллектуального)» дома. Благодаря этому он не только тратит мало энергии, но и грамотно распоряжается тем незначительным ее количеством, которое потребляет. Главное, даже этим минимальным объемом активное здание в максимально возможной степени обеспечивает себя само, используя энергию солнца, ветра, теплоту грунта и т. д.

И, наконец, о понятии «зеленое здание» (от англ. greenbuilding). Суть его концепции заключается в следующем. «Зеленый дом» энергоэффективен, экономичен в эксплуатации и экологичен. Это значит, что его энергопотребление как минимум на 25 % меньше, чем обычного, а чтобы добиться этого, при строительстве нужно использовать материалы, которые не выделяют вредных веществ ни в период эксплуатации дома, ни после его демонтажа. Желательно также, чтобы их можно было использовать вторично.

Экономное отношение к природным ресурсам предполагает и минимизацию потребления чистой воды, для чего организуется эффективная очистка и вторичное использование (для стирки, мытья полов, полива растений и т. п.) дождевых и сточных вод. Строиться "зеленое здание" должно с учетом особенностей местного климата, традиций и культуры населения и в гармонии с ландшафтом [2].

## ОБРАЗОВАНИЕ В РОССИИ И АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ СОВРЕМЕННОЙ НАУКИ

Для анализа эффективности сбережения энергии используется понятие эксергии – воплощенной энергии, т.е. полезной доли затраченной энергии.

Значения эксергии рассматриваются при сопоставлении вариантов зданий на всех этапах – начиная от добычи материалов, изготовления строительных деталей и вплоть до разборки и повторного использования материалов и элементов. Более эффективно то здание, в котором эксергия максимальна или ее потери в ходе возведения, эксплуатации и разборки здания минимальны. Понятие эксергии оказалось весьма информативным и начинает широко использоваться в практике [1].

Для развития концепции энергосберегающего дома, безусловно, необходимо опираться на богатый опыт эксплуатации различных зданий. Очевидно, что энергоэффективность здания определяется совокупностью многих факторов. Поэтому свести теплопотери к минимуму возможно только при комплексном подходе к энергосбережению.

При этом утеплением лишь ограждающих конструкций нельзя добиться значительного уменьшения теплопотерь, поскольку существенная их доля приходится на так называемые «мостики холода», то есть участки интенсивного теплообмена с окружающей средой. Такие участки чаще всего образуются в местах контакта плит перекрытий с несущими стенами, в местах примыкания к наружным стенам внутренних стен и перегородок, а также при проседании некачественного теплоизоляционного материала в трехслойных ограждающих конструкциях с утеплителем в качестве среднего слоя [3].

Для достижения экономии энергии предусматривают:

- энергоэффективные объемно-планировочные решения;
- использование эффективной теплоизоляции наружных стен;
- применение энергосберегающих окон, форточек, жалюзи;

## ОБРАЗОВАНИЕ В РОССИИ И АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ СОВРЕМЕННОЙ НАУКИ

- устройство на высоту одного-двух этажей зимнего сада;
- обваловку части здания;
- устройство кровли-газона, кровли-зимнего сада;
- герметичную заделку стыков и щелей, исключение утечек теплоты,
- устройство окон с двух смежных сторон здания, выполнение наружных стен с повышенной теплоизоляцией со стороны действия холодных ветров;
- утилизация всей теплоты от внутренних источников (бытовые приборы, люди, канализационные стоки, вентиляционные выбросы);
- применение пассивной системы утилизации солнечной энергии; использование энергонезависимых технологий вентиляции, очистки стоков и др.;
- динамическую теплоизоляцию наружных стен [1].

Современные системы утепления предусматривают создание комплексной защитной термооболочки вокруг конструкций здания. Такая оболочка включает в себя утепление контактирующих с грунтом конструкций фундамента в сочетании с утеплением скатных или плоских крыш, а также устройство вентилируемых фасадов, передвигающих зону положительных температур в несущие конструкции. Этот комплекс мер исключает появление "мостиков холода", повышает тепловое сопротивление ограждения и предотвращает выпадение конденсата, пагубно влияющего на теплоизолирующие и другие эксплуатационные характеристики конструкций.

Еще одной немаловажной проблемой являются теплотери через окна. Наиболее простой подход к решению этой проблемы - уменьшение площади окон - далеко не всегда приемлем, поскольку ухудшает комфортность и микроклимат помещений. Эта дилемма наилучшим обра-

## ОБРАЗОВАНИЕ В РОССИИ И АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ СОВРЕМЕННОЙ НАУКИ

зом разрешается использованием современных трехслойных стеклопакетов с низкой теплопроводностью.

В будущем должны найти применение светопрозрачная и вакуумная теплоизоляция, стекла в системах пассивного отопления, пропускающие солнечную радиацию в наиболее энергоемкой части спектра, селективные светопоглощающие покрытия, системы автоматики, согласующие действие систем энергосбережения с температурными режимами снаружи и внутри здания. Идеальное энерго-экономичное здание требует использования высоких технологий.

Экономию энергии начинают на этапе выбора объемно-планировочных решений, направленных на максимальное снижение потерь теплоты через ограждающие конструкции. Окна в доме лучше всего размещать с солнечной стороны; здание в плане должно иметь простую форму, а площадь окон должна быть минимально необходима для освещения; при возможности рекомендуется обваловка стен с северной стороны.

Для одно - или двухэтажных зданий целесообразно устройство светопрозрачных оранжерей, зимних садов, теплиц с южной стороны на всю высоту стены. Желательно не допускать сквозного проветривания через дверные и оконные проемы, устраивая теплые глухие стены главным образом с холодной северной стороны. Эти мероприятия требуют совершенных конструкций стен, перекрытий, окон и дверей, а также высокого качества работ при строительстве.

Широко применяемый метод снижения энергопотребления существующих зданий – устройство дополнительной теплоизоляции внутри здания или снаружи. Последнее более эффективно.

Для теплоизоляции применяют готовые панели из искусственных (пенополистирол, пенополиуретан, пенополивинилхлорид, легкие бето-

## ОБРАЗОВАНИЕ В РОССИИ И АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ СОВРЕМЕННОЙ НАУКИ

ны и др.) или естественных (древесноволокнистые плиты, войлок, пробка, минеральная вата и др.) материалов, используют последующее оштукатуривание утеплителя по синтетической сетке.

Панели крепят на специальных анкерах или на клею непосредственно к стене или же на небольшом отnose с воздушной прослойкой. Иногда облицовочные теплоизоляционные панели имеют наружную поверхность, не требующую дополнительной отделки. При мягком рулонном утеплителе или плитах, не имеющих высококачественного наружного слоя, применяют декоративные облицовочные плиты из металла, пластмасс, цемента и др. [1].

При динамической теплоизоляции наружных стен свежий воздух, перед тем как попасть в здание, проходит через сквозные вертикальные плоскости в стене и нагревается от теплоты, проникающей в стену от пассивных систем солнечного отопления и изнутри здания от систем отопления. Нагретый воздух идет в здание, а после использования проходит через полости в наружных стенах, отдавая им теплоту.

Для утилизации теплоты, теряющейся через наружные стены, можно пропускать через каналы в них воздух и отбирать затем его теплоту тепловым насосом. Далее эта теплота может использоваться для отопления или поступать в тепловой аккумулятор. Охлажденный после насоса воздух должен направляться в верхнюю часть помещения. Утилизируется также энергия тепловых сточных вод.

Как показывают расчеты и опытная эксплуатация, при утилизации всей энергии не требуется дополнительная энергия в течение всего года для отопления правильно спроектированного энергосберегающего дома. Иногда бывают эффективны нетрадиционные энергосберегающие решения. Так, установка светоотражающих козырьков может дать возмож-

## ОБРАЗОВАНИЕ В РОССИИ И АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ СОВРЕМЕННОЙ НАУКИ

ность не использовать или использовать не на полную мощность две трети осветительных приборов в помещении [1].

Энергосберегающее здание должно иметь не только хорошую изоляцию, но и герметичные наружные ограждения. Герметичность здания - необходимый элемент для ограничения потерь теплоты, а также для создания условий, в которых обмен вентиляционного воздуха будет отрегулирован.

Наружный воздух в случае естественной вентиляции должен попадать в помещения путем соответствующих приборов (воздухозаборников или приточных решеток с регулицией забора), в то время как неконтролируемый приток воздуха сквозь щели в окнах, дверях, стенах и т.д. должен быть сведен к минимуму. Выполнение герметичного здания требует использования соответствующих проектных решений во всех местах с риском возникновения неплотных соединений конструкций.

В наружных стенах особенно тщательно должны быть выполнены соединения с наружными окнами и дверями, а также с перекрытиями и крышей. Нежелательные трещины могут возникать в стенах, если раствор, соединяющий керамические или бетонные элементы, не будет плотно заполнять швы. Очень важно выполнить герметично все проходы сквозь наружные ограждения элементов электрических, телефонных или телевизионных систем.

Однако обеспечение энергоэкономичности здания требует дополнительных издержек на строительство, так как необходимо принимать во внимание разницу между стоимостью стандартных и энергосберегающих изделий.

Например, стоимость увеличения толщины изоляции, разница в стоимости окон и дверей стандартных и энергосберегающих, разница в стоимости систем отопления и вентиляции и т.д.

## ОБРАЗОВАНИЕ В РОССИИ И АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ СОВРЕМЕННОЙ НАУКИ

Увеличение размера инвестиций, в зависимости от выбранных решений, составляет в совокупности от нескольких до 12% стоимости стандартного объекта.

Но, в результате осуществления инвестиций в односемейном доме можно достичь снижения расхода энергии до 16 000 кВт ч в год. Если воспользоваться кредитом на строительство дома, то данную величину экономии можно использовать на выплату дополнительной части кредита, сумма которого увеличилась на издержки по повышению энергетического стандарта.[5]

Возможно, дополнительные расходы на строительство энергосберегающего дома и увеличивают сумму кредита, однако, ежемесячный кредитный взнос при соответствующих условиях не увеличится на сумму, большую, чем ежемесячная величина экономии на стоимости эксплуатации.

Совокупные издержки, как затраты на энергию и за кредит, для энергосберегающего и стандартного здания по данным [4] приблизительно одинаковы, в то время как после оплаты кредита эксплуатационная стоимость энергосберегающего здания будет ниже. Таким образом, строительство энергосберегающего здания является выгодным инвестированием [4].

В Европе индустрия строительства энергоэффективных и пассивных зданий достаточно развита в ряде стран. Например, в Германии, Австрии, Дании и других. Так, в Европе возведено уже несколько десятков тысяч таких домов. Они доступны обычным потребителям, так как разница в затратах между строительством энергоэффективного и обычного дома составляет 10 - 15%, а счета за энергию сокращаются в несколько раз. Таким образом, выбор в пользу энергоэффективного дома часто становится даже выгоден потребителю [6,7].

## ОБРАЗОВАНИЕ В РОССИИ И АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ СОВРЕМЕННОЙ НАУКИ

При проектировании систем отопления и вентиляции жилых домов применяют следующие технические решения, повышающие их энергетическую эффективность:

- использование теплоты обратной воды системы теплоснабжения для напольного отопления,
- утилизация теплоты удаляемого воздуха;
- индивидуальная механическая вентиляция с рекуперацией тепла отдельно для каждого жилого помещения;
- повышение эффективности систем естественной вентиляции за счет специальной конструкции дефлекторов;
- вентиляция помещений при помощи предварительного подогрева наружного воздуха, подаваемого через окна или остекленные балконы;
- использование низкотемпературных отопительных систем;
- использование солнечных коллекторов, подключенных к магистралям горячей воды;
- использование счетчиков тепла и индивидуальный контроль температуры в каждой квартире.

В соответствии с повышенными требованиями к теплозащите ограждающие конструкции выполняют из энергосберегающих материалов с эффективной теплоизоляцией. Наружные стены выполняют из изготовленных в заводских условиях деревянных элементов, слоистая фасадная облицовка - с использованием бумаги, изготовленной из бумажных отходов.

Конструкция пола представляет собой комбинацию системы напольного отопления с сохраняющим теплоту бетонным основанием, В России, несмотря на огромные расходы энергии на теплоснабжение (на это тратится около 30-40% всех энергоресурсов), энергоэффективные здания имеются только в качестве демонстрационных проектов.

## ОБРАЗОВАНИЕ В РОССИИ И АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ СОВРЕМЕННОЙ НАУКИ

Строительные компании предлагают потребителям в качестве энергоэффективных более качественные и утепленные здания, у которых на расходы энергии и воды могут быть 10-30% ниже по сравнению со стандартными домами. Строительство действительно пассивного дома обойдется значительно дороже (по оценкам экспертов из-за неразвитости строительной индустрии и индивидуальности заказа затраты будут в 2 или более раз выше), что при относительно низких ценах на энергию не окупится [4], [5], [8].

Таким образом, энергоэффективные здания, главной особенностью которых является малое энергопотребление и почти полная энергонезависимость, постепенно завоевывают мировой рынок строительных услуг. Несмотря на то, что цены таких зданий имеют более высокую рыночную стоимость, они пользуются большим успехом в настоящее время в силу низкой стоимости эксплуатации здания [9].

Стоимость жизненного цикла здания – это полная дисконтированная стоимость владения, эксплуатации, ремонта и утилизации здания или комплекса зданий в течение периода времени. Концепция затрат цикла жизни известна давно. Однако применительно к зданиям она стала активно использоваться сравнительно недавно – после принятия ЕС Директивы 2010/31/ЕС по энергетическим характеристикам зданий, которая требует, чтобы члены ЕС устанавливали требования по энергетической эффективности не ниже экономически оптимальных уровней.

Для определения таких уровней государства обязаны использовать рамочную методологию, которая полностью опирается на концепцию затрат цикла жизни здания [10], [11].

Помимо оценки первоначальных затрат на строительство здания, учитываются все будущие затраты, связанные с его эксплуатацией, ремонтом и последующим сносом. Сумма всех затрат, связанных со стро-

## ОБРАЗОВАНИЕ В РОССИИ И АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ СОВРЕМЕННОЙ НАУКИ

ительством и эксплуатацией зданий, составляет «стоимость жизненного цикла здания».

Оптимизация проводится по критерию минимизации суммарных затрат жизненного цикла здания для застройщика, собственника и общества, включая требования сокращения вреда окружающей среде и снижения выбросов парниковых газов. Анализ стоимости жизненного цикла здания может проводиться для зданий любого типа - существующих и новых, жилых и общественных, индивидуальных и многоквартирных.

Энергоэффективность должна стать ключевым фактором на стадиях проектирования, строительства, инспектирования и продажи новых жилых и коммерческих зданий. Необходимо создать потенциал для усиленного мониторинга выполнения и соответствия стандартам энергоэффективности [12], [13]. Энергоэффективные здания завоевали свою популярность на Западе, и на их примере уже в настоящее время разрабатываются проекты в нашей стране.

Технологии энергосбережения становятся более доступными и более востребованными [12-14]. Несмотря на более высокую рыночную стоимость таких зданий, со временем она полностью окупается в силу низкой стоимости эксплуатации здания, а также снижения потерь теплоты и электроэнергии [15].

### **Список литературы**

1. Тетиор А.Н. *Городская экология* / А.Н. Тетиор. – М.: Издательский центр “Академия”, 2007. – 336 с.
2. Ковалев В. *Цель – экономия, или "Зеленый дом" – наше будущее* // *Идеи вашего дома*. – 2010. – № 11. – С. 188-198.
3. Абрамсон И.Г., Бернштейн Л.Г. *Глобальные экологические проблемы тепловой электроэнергетики и цементного производства*. // *Экология и промышленность России* // *ЭКиП*. – 2005. – № 6. – С. 28-31.

## ОБРАЗОВАНИЕ В РОССИИ И АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ СОВРЕМЕННОЙ НАУКИ

4. Васильев Г.П. Эффективная теплозащита – дань моде или экономическая необходимость? // Энергосбережение. – 2011. – № 6. – С. 14-23.
5. Горшков А.С. Об окупаемости инвестиций на утепление фасадов существующих зданий. // Энергосбережение. – 2014. – № 4. – С. 12-19.
6. Robert Dylewski, Janusz Adamczyk. Economic and ecological indicators for thermal insulating building investments. // Energy and Buildings. – 2012. – No. 54. – P. 88-95.
7. Vilune Lapinskiene, Sabina Paulauskaite, Violeta Motuziene. The analysis of the efficiency of passive energy saving measures in office buildings. Papers of the 8th International Conference “Environmental Engineering”. – Vilnius. – 2011. – P. 769-775.
8. Абдурафиков Р., Спиридонов А.В. Как оценивать энергоэффективные окна? // Энергосбережение. – 2013. – № 7. – С. 68-75.
9. СТО 17532043-001-2005 Нормы теплотехнического проектирования ограждающих конструкций и оценки энергоэффективности зданий. – М.: ГУП ЦПП, 2006.
10. A. Enseling and T. Loga. Implementing the cost-optimal methodology in EU countries. Case study Germany. BPIE and Institut Wohnen und Umwelt. – GmbH.: Institute for Housing and Environment, 2013.
11. K. Leutgöb and J. Rammerstorfer. Implementing the cost-optimal methodology in EU countries. Case study Austria. BPIE and e7 Energie Markt Analyse. – GmbH, 2013.
12. Гагарин В.Г., Козлов В.В. Теоретические предпосылки расчета приведенного сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций. // Строительные материалы. – 2010. – № 12. – С. 4-12.
13. Turboreferat. – URL: <https://www.turboreferat.ru/ecology/jenergojeffektivnye-zdaniya/276228-1878651-page2.html> (дата обращения 20.12.2020)
14. Гагарин В.Г., Козлов В.В. Требования к теплозащите и энергетической эффективности в проекте актуализированного СНиП «Тепловая защита зданий» // Жилищное строительство. – 2011. – № 8. – С. 2-6.
15. Гагарин В.Г. Методы экономического анализа повышения уровня теплозащиты ограждающих конструкций зданий. // Журнал АВОК. 2009. – № 1. – С.10 – 17 (Часть 1); № 2. – С. 14 – 23 (Часть 2).