

УДК 681.5, 621.3

# АВТОМАТИЗАЦИЯ ЗДАНИЙ – ВАЖНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ АСПЕКТ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ

**Л. В. Мельникова**

Кандидат технических наук, доцент\*

Контактный тел.: 067-94-94-290

E-mail: lubov.v.melnikova@gmail.com

**В. В. Бушер**

Кандидат технических наук, доцент

Контактный тел.: 050-390-88-09

E-mail: victor.v.bousher@mail.ru

\*Кафедра электромеханических систем с компьютерным управлением  
Одесский национальный политехнический университет  
пр. Шевченко, 1, г. Одесса, Украина, 65044

**О. А. Онищенко**

Доктор технических наук, профессор

Кафедра электротехники и электронных устройств

Одесская государственная академия холода

ул. Дворянская, 1/3, Одесса, Украина, 65029

Контактный тел.: (048) 720-91-71

E-mail: olegoni@mail.ru

**А. И. Шестака**

Коммерческий директор

ООО «Первая инженерная компания»

ул. Краснослободская 1/12, Одесса, Украина, 65006

Контактный тел.: (048) 78-78-633

E-mail: a.shestaka@gmail.com

*Представлено актуальність проблеми енергоспоживання будівлями, висвітлено основні заходи та заходи, що вживаються на урядовому рівні провідних країн Європи і світу*

*Ключові слова: енерго-ефективність, енергоспоживання, стандарти, система автоматизації будівель*

*Представлена актуальность проблемы энергопотребления зданиями, освещены основные меры и мероприятия, предпринимаемые на правительственном уровне ведущих стран Европы и мира*

*Ключевые слова: энергоэффективность, энергопотребление, стандарты, система автоматизации зданий*

*The urgency of the problem of buildings energy consumption is presented, key measures and actions taken at the governmental level of the leading countries of Europe and the world are reported in this article*

*Keywords: energy efficiency, power consumption, standards, building automation system*

Согласно данным Европейского Парламента, Совета Европейского Союза, Европейской экономической комиссии ООН, Энергетического Департамента США глобальный вклад коммерческих (commercial) и жилых (residential) зданий в общий объем потребления энергии постоянно увеличивается и составляет сегодня 41 %, значительно опережая потребление энергии на транспорте (28%) и в промышленности (31 %). В соответствии с данными Энергетического департамента Европейской Комиссии и Управления по энергетической информации США (Energy Information Administration, EIA) эти темпы опережения и в дальнейшем будут сохраняться.

Рост населения, повышение требований к службам и системам здания, а также к уровню комфорта совместно с увеличением времени нахождения людей внутри помещений обеспечили растущий тренд потребления энергии зданиями. Так, потребление пер-

вичных энергоресурсов зданиями в США, в период между 1980 и 2009 годами увеличилось на 48%. Согласно прогнозу EIA этот рост будет несколько замедлен вследствие глобального кризиса до 2016 года, после чего ожидается устойчивое увеличение потребления энергии до 2035 года, когда общее потребление первичной энергии на 17% превысит показатели 2009 года. Проблема существенного потребления энергии зданиями затрагивает как развитые государства, так и страны с переходной экономикой.

Об актуальности задач автоматизации зданий свидетельствуют цифры. На отопление и охлаждение помещений расходуется 85% потребляемой зданиями энергии и только 15% расходуется в виде «чистых» затрат на освещение.

Здесь и далее в статье предлагается применять устойчивую терминологию, закрепленную Директивой 2010/31/EU Европейского Парламента и Совета

от 19.05.2010 «Об энергетических характеристиках зданий»[4]:

«здание» - имеющее крышу и стены сооружение, которое потребляет энергию с целью создания внутреннего микроклимата;

«здание с практически нулевым потреблением энергии» - здание, имеющее очень высокий уровень энергетической эффективности. Практически нулевой или очень малый объем необходимой энергии обеспечивается главным образом возобновляемыми источниками энергии, включая энергию из возобновляемых источников, вырабатываемую на месте или близлежащей территории;

«техническая система здания» – техническое оборудование, предназначенное для отопления, горячего водоснабжения, вентиляции, охлаждения, освещения здания или части здания, или для комбинации этих функций;

«энергетические характеристики здания» – расчетное или измеренное количество энергии, необходимое для удовлетворения потребностей в энергии при стандартном использовании здания, которое, в частности, включает энергию для отопления, горячего водоснабжения, вентиляции, охлаждения, и освещения;

«первичная энергия» – энергия из возобновляемых и невозобновляемых источников энергии, которая не была ни переработана, ни преобразована;

«энергия из возобновляемых источников» – энергия из возобновляемых (renewable) неископаемых (non-fossil) источников, а именно: энергия ветра, солнца, аэротермальная, геотермальная, гидротермальная энергия, энергия океана, биомасса, газы, образующиеся на полигонах отходов и водоочистных сооружениях, биогаз.

## 1. Требования к энергетической эффективности зданий

В связи с ограниченностью запасов ископаемых ресурсов в промышленно развитых странах на государственном уровне приняты программы по снижению энергопотребления, развитию энергосберегающих технологий, снижению выбросов CO<sub>2</sub> и парниковых газов, использованию энергии из возобновляемых источников.

Так, Европейским сообществом, в 2008 году под названием «**20 – 20 – 20**» приняты амбициозные цели - к **2020** году (по сравнению с 1990 г.):

- 1) на **20 %** снизить потребление энергии;
- 2) на **20 %** снизить выделение парниковых газов;
- 3) достичь **20 %** общего расхода энергии от возобновляемых источников.

Практически совпадающие цели и программы задекларированы рядом правительственных и независимых организаций США. Эти программы предусматривают ряд действий по модификации уже существующих систем и соответствующего современным требованиям проектирования, строительства и технического оснащения новых зданий.

Уровень актуальности и количество внимания, уделяемого вопросам снижения потребления энергии зданиями, отражается в ряде принятых развитыми и развивающимися странами документов, определяющих методы, пути и сроки достижения поставленных

целей, а также в конкретных действиях по изменению технических стандартов и правил, развитию экономических стимулов, информированию и пропаганде мероприятий по энергосбережению.

За последние десять лет Европейским Союзом был разработан и принят к исполнению ряд основополагающих документов в направлении энергосбережения зданий (ряд этих документов, иногда с незначительными изменениями, принят и другими странами Европы, в частности, Украиной):

1. Директива 2002/91/ЕС Европейского Парламента и Совета от 16.12.2002 «Об энергетической эффективности зданий», часто именуемая EPBD (Directive on the Energy Performance of Building) [1]. Основополагающий документ, разработанный во исполнение требований Киотского Протокола об уменьшении к 2012 году выбросов CO<sub>2</sub> на 8 % по отношению к уровню 1990 года, в частности, путем улучшения энергоэффективности и применения источников возобновляемой энергии в зданиях.

2. Коммюнике COM (2006) 545 Комиссии Европейского Союза от 19.10.2006 «План действий по энергетической эффективности» [2]. Стратегически выверенный и тактически детализированный документ долгосрочного характера. Содержит более 75-ти ключевых мер, реализуемых в различных сферах. Среди приоритетных – введение новых стандартов энергоэффективности для различных потребительских товаров; внедрение новых энергетических стандартов для жилых и содействие строительству новых зданий с низкими энергозатратами; активизация банковского финансирования инвестиционных проектов по повышению энергоэффективности; проведение соответствующих информационных и образовательных кампаний.

3. Коммюнике COM (2008) 772 Комиссии Европейского Союза от 13.11.2008 «Энергетическая эффективность: достижение цели 20 %» [3].

4. Директива 2010/31/EU Европейского Парламента и Совета от 19.05.2010 «Об энергетических характеристиках зданий» [4]. Основной регламентирующий документ, разработанный в связи с необходимостью внесения изменений и дополнений в EPBD.

5. Коммюнике COM (2011) 109 Комиссии Европейского Парламента, Совета, Европейского экономического и социального комитета и комитета регионов от 08.03.2011 «План энергетической эффективности 2011» [5]. Посредством этого документа главы стран ЕС подтвердили готовность предпринимать решительные действия по использованию существенного потенциала более высокого уровня энергосбережения в строительстве, транспорте, промышленности. Документ регламентирует дополнительные меры для достижения цели «20 %» к 2020 г. В частности, акцентируется внимание на том, что государственный сектор послужит хорошим примером по переобустройству общественных строений на фоне использования самых высоких критериев энергоэффективности для государственных закупок. Устанавливаются дополнительные требования по энергоэффективности промышленного оборудования, энергетическому аудиту и системам энергоуправления наряду с повышением эффективности генерации электричества и тепла и развитием интеллектуальных сетей электропередачи и приборов измерения.

Согласно сформировавшемуся коллективному мнению проблемы энергоэффективности, энергетические характеристики зданий должны рассчитываться в соответствии с методологией, которая может иметь отличительные национальные и региональные черты. Методология должна опираться не только на отопительный период, но и рассматривать энергетические характеристики здания за год. Особое внимание уделяется установлению минимальных (но достаточных) требований к энергетическим характеристикам зданий и элементов зданий. Такие требования должны устанавливаться с целью достижения оптимального с точки зрения затрат равновесия между инвестициями и сэкономленными затратами на энергию в течение жизненного цикла здания и могут пересматриваться с учетом технического прогресса.

При установлении требований к энергетическим характеристикам технических систем зданий используются различные методы: имитационное моделирование, тестирование, статистическая обработка данных. К этим методам относится также классификация энергетической эффективности в контексте Директив Европейского Парламента и Совета № 2009/125/ЕС от 21 октября 2009 г., «Требования к экологическому дизайну продукции, связанной с потреблением энергии» и № 2010/30/ЕС от 19 мая 2010 г. «Об указании на маркировке и в информации о продукте сведений о потреблении энергии и других ресурсов».

К настоящему времени Европейским Союзом активно предпринимаются меры по увеличению количества зданий, которые не только будут отвечать действующим минимальным требованиям энергопотребления, но и обладать повышенной энергетической эффективностью, что позволит снизить таким образом и потребление энергии, и выбросы двуокиси углерода. В частности, к таким мерам относится подготовка национальных планов по увеличению числа зданий с практически нулевым потреблением энергии!

Европейским союзом акцентируется внимание на том, что государственный сектор в странах Европейского союза должен стать примером в области энергетической эффективности зданий, в связи с чем в национальных планах должны быть установлены более амбициозные цели для зданий, занимаемых органами государственной власти.

Сертификат энергетической эффективности, предоставляемый предполагаемому покупателю и арендатору здания или его части, должен содержать точную информацию об энергетических характеристиках здания и практические советы по их оптимизации. Информационные кампании могут содействовать дальнейшему стимулированию владельцев и арендаторов к улучшению энергетических характеристик их здания или части здания. В целях обеспечения доступности всех данных для принятия хорошо информированных решений о необходимых улучшениях также поощряется обмен информацией о фактическом потреблении между владельцами и арендаторами коммерческих зданий. Кроме того, сертификат энергетической эффективности должен информировать о фактическом влиянии отопления и охлаждения на энергетические потребности здания, о потреблении ими первичной энергии и выбросах двуокиси углерода. Здания, занятые органами государственной власти, и здания, ко-

торые часто посещает общественность, должны стать примером того, как учитываются экологические и энергетические факторы, в связи с чем такие здания должны периодически проходить энергетическую сертификацию. Необходимо поощрять распространение среди общественности информации об энергетических характеристиках с помощью размещения сертификатов энергетической эффективности на видном месте (например, в магазинах, торговых центрах, супермаркетах, ресторанах, театрах, банках и гостиницах).

В последние годы в европейских странах наблюдается рост количества систем кондиционирования воздуха, что создает серьезные проблемы в часы пиковой нагрузки, увеличивает стоимость электроэнергии и нарушает энергетическое равновесие. Сегодня приоритет отдается стратегиям, повышающим теплотехнические характеристики зданий в летнее время (затенение, обеспечение достаточной теплоемкости конструкции здания, применение пассивных методов охлаждения, прежде всего тех, которые улучшают микроклимат внутри и вокруг зданий).

Что касается *новых* зданий, то принимаются меры, необходимые для обеспечения выполнения этими зданиями минимальных требований к энергетическим характеристикам. До начала строительства новых зданий должна быть учтена возможность технического, экологического и экономического применения следующих высокоэффективных альтернативных систем: децентрализованного энергоснабжения, с использованием энергии из возобновляемых источников; когенерации; централизованного или децентрализованного отопления или охлаждения с полным или частичным использованием энергии из возобновляемых источников; тепловых насосов. Анализ этих альтернативных систем должен документироваться и быть доступным для проверки.

Что касается *существующих* зданий, то принимаются меры по обеспечению того, чтобы после осуществления капитального ремонта энергетические характеристики здания или отремонтированной части здания улучшались и отвечали минимальным требованиям к энергетическим характеристикам при условии наличия соответствующих технических, функциональных и экономических возможностей.

При этом четко определен диапазон требований к техническим системам как новых, так и модернизируемых зданий и, собственно, сам перечень таких систем. Для оптимизации потребления энергии техническими системами зданий устанавливаются требования к их энергетическим характеристикам в целом, их правильной установке и правильному выбору габаритов, настройке и контролю технических систем здания, которые установлены в существующих зданиях. Требования устанавливаются для новых, замененных и модернизированных технических систем и должны применяться при условии наличия соответствующих технических, функциональных и экономических возможностей. Требования к системам распространяются на системы отопления, горячего водоснабжения, кондиционирования воздуха, больших вентиляционных установок и их сочетания. На государственном уровне обеспечивается содействие внедрению интеллектуальных систем учета на этапе строительства здания или капитального ремонта, а также содействие в уста-

новке активных систем контроля, таких как системы автоматизации, диспетчеризации и управления.

## 2. Эффективность автоматизации зданий

В формате настоящей статьи представляется целесообразным подробно рассмотреть аспект определения необходимых и достаточных энергозатрат для зданий различного назначения, а также определения целей и измерения результатов оптимизации энергопотребления путем внедрения систем автоматизации зданий, определения типовых задач автоматизации зданий и стандартизацию методов решения этих задач.

Эти важнейшие темы являются предметом действующего с 01.04.2012 национального стандарта Украины «Энергоэффективність будівель. Вплив автоматизації, моніторингу та управління будівлями» [7]. Стандарт является идентичным стандарту Европейского Союза EN15232:2007 «Энергоэффективность зданий – влияние систем автоматизации зданий» [6] (Energy performance of buildings – Impact of Building Automation, Controls and Building Management).

Новый европейский стандарт EN15232 является одним из ряда стандартов CEN (Comité Européen de Normalisation, Европейский комитет по стандартизации), созданным в рамках спонсированного Европейским Союзом проекта стандартизации. Цель данного проекта – поддержка исполнения Директивы по энергоэффективности зданий EPBD [4] и повышение энергосбережения в странах-членах ЕС.

Системы автоматизации зданий (САЗ) и средства управления техническими системами (УТС) оказывают влияние на энергоэффективность по многим аспектам. Стандарт EN15232 задает методику оценки влияния функций САЗ и УТС на энергоэффективность, а также методику определения минимальных требований к таким системам для зданий различного назначения. Так, САЗ обеспечивает эффективную автоматизацию управления отоплением, вентиляцией и охлаждением, подачей горячей воды, освещением и пр., что повышает эффективность эксплуатации и снижает энергозатраты. Сложные интегрированные процессы и функции экономии энергии настраиваются в зависимости от конкретных условий эксплуатации здания и потребностей пользователя, что позволяет не допустить излишнего расхода энергии и выбросов CO<sub>2</sub>. УТС, в свою очередь, предоставляет информацию для эксплуатации и обслуживания зданий и управления энергопотреблением. Сюда относятся функции построения тенденций энергопотребления, подачи сигналов тревоги и выявления бесполезных трат энергии.

Стандарт EN15232 дает рекомендации по максимальному учету функций САЗ и УТС, в нем содержатся:

- структурированный список функций систем автоматизации зданий и технических систем, которые оказывают влияние на энергоэффективность;

- методика определения минимальных требований к функциям систем автоматизации зданий и технических систем, внедряемых в строениях различной сложности;

- подробное описание методов оценки влияния данных функций на энергоэффективность конкретного здания. Указанные методы позволяют учесть влияние упомянутых функций при выполнении по соответствующим стандартам расчете показателей энергоэффективности;

- упрощенный метод получения приблизительной оценки влияния данных функций на энергоэффективность типовых зданий.

Стандарт оперирует, закрепляя их дальнейшее использование, в частности следующими терминами и определениями:

- автоматизация, мониторинг и управление зданием (building automation and controls, BAC) – это обозначение для оборудования, программного обеспечения, инженерных коммуникаций для автоматизации, мониторинга и оптимизации, человеческого вмешательства и управления с целью достижения энергоэффективной, экономичной и безопасной работы оборудования инженерных систем здания – согласно стандарту EN ISO 16484-2:2004;

- автоматизированные системы мониторинга и управления зданием или системы автоматизации здания, САЗ (building automation and control systems, BACS) – это системы, охватывающие все виды оборудования и инженерные коммуникации для автоматического управления (включая соединения), мониторинга, оптимизации для эксплуатации, человеческого вмешательства и управления с целью достижения энергоэффективной, экономичной и безопасной работы систем здания. При этом использование слова «управление» не подразумевает того, что система ограничивается только функциями управления – возможным является обработка данных или информации;

- управление зданием (building management, BM) определяется как совокупность инженерных систем и услуг, имеющих отношение к эксплуатации здания и мониторингу зданий (включая агрегаты и места установки оборудования). При этом управление зданием может быть определено, как часть управления коммунальным хозяйством;

- энергоэффективность здания определяется как рассчитанная или измеренная удельная энергия, которая фактически потребляется для удовлетворения различных нужд, имеющих отношение к стандартному использованию здания, и включает энергию для отопления, охлаждения, вентиляции, горячего водоснабжения и освещения. Рамочный документ CEN/TR 15615:2008 «Разъяснение общей взаимосвязи между различными Европейскими стандартами и Директивой по энергетическим характеристикам зданий EPBD»;

- интегрированные автоматизированные системы мониторинга и управления зданием – это САЗ, спроектированные с возможностью взаимодействия и подключения любых внешних приборов и систем посредством открытой сети передачи данных либо стандартных интерфейсов. Например, это САЗ с взаимодействием приборов/систем различных производителей для отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха, освещения, распределения электроэнергии, управления лифтами и эскалаторами, системами связи, контроля доступа, охраны, безопасности и проч.;

- техническое управление зданием (technical building management, TBM) – совокупность процессов и служб, связанных с эксплуатацией и управлением зданием и техническими системами зданий посредством взаимодействия между ними, например оптимизация зданий посредством взаимосвязей систем отопления, вентиляции, кондиционирования, освещения, естественного дневного освещения, системами безопасности, охраны, электроснабжения, измерения и учета энергии.

Особо подчеркивается, что оборудование и системы автоматизации реализуют эффективные функции управления инженерными системами здания, что приводит к повышению функциональной и энергетической эффективности эксплуатации зданий. Комплексные и интегрированные функции энергосбережения и соответствующие режимы эксплуатации могут быть сконфигурированы для фактического использования зданий в зависимости от реальных потребностей потребителя при отсутствии излишнего потребления энергии и выделения CO<sub>2</sub>. Функцией технического управления зданием как части общего процесса управления зданием (building management, BM) является предоставление информации касательно эксплуатации и технического обслуживания преимущественно для управления энергопотреблением: измерение, протоколирование и документирование результатов, аварийных сообщений и определения избыточного потребления энергии.

Определены три группы функций, влияющих на энергоэффективность зданий:

- 1) автоматического мониторинга и управления;
- 2) систем автоматизации жилья и автоматизированных систем здания в целом;
- 3) технического управления на уровнях жилья и здания в целом.

В стандарте [6] определены четыре класса эффективности систем автоматизации зданий для жилых и нежилых зданий (см. табл. 1).

Стандартом определены методики расчета воздействия САЗ и УТС на энергоэффективность здания.

Расчет потребности здания в энергии основывается на схеме энергетических потоков в здании, стандартах на соответствующие установки отопления, горячего водоснабжения, вентиляции, охлаждения, и освещения, а также зависит от типа здания и графика присутствия в нем людей согласно стандарту EN 15217.

Расчет влияния САЗ на энергоэффективность здания можно выполнять подробно либо упрощенно, с использованием коэффициентов энергоэффективности (см. табл. 2).

### 3. Преимущества автоматизации зданий

Стандарт EN 15232 основан на имитационном моделировании зданий с заданными функциями автоматизации, что позволяет количественно и качественно оценить преимущества систем автоматизации зданий. Отдельные места стандарта можно непосредственно применять как инструмент количественной и качественной оценки проектов автоматизации зданий.

Ниже рассмотрен важный вопрос наличия потенциала энергосбережения различных эксплуатационных профилей в зданиях разного типа. Потенциал энергосбережения зависит от типа здания. Это хорошо иллюстрируется посредством так называемых эксплуатационных профилей, на которых основывается стандарт EN 15232. График эксплуатационного профиля (см. рис. 1 и рис.2) отражает:

- работу инженерных систем здания (отопление, охлаждение, вентиляция и проч.) по классам энергоэффективности А, В, С и D;
- присутствие людей в помещениях (зависит от назначения здания).

Класс D (рис.1) наименее энергоэффективен. Потенциал энергосбережения (здесь и ниже он может быть интерпретирован как площадь циклограммы

Таблица 1

Классы эффективности систем автоматизации зданий

Класс	Энергоэффективность
A	Соответствует САЗ и УТС с высокой энергоэффективностью. Обеспечено: - сетевое управление климатом в помещениях с автоматическим учетом потребности в энергии; - плановое техническое обслуживание; - контроль расхода энергии; - непрерывная оптимизация потребления энергии.
B	Соответствует улучшенным функциям САЗ и отдельным функциям УТС. Имеется: - сетевое управление климатом в помещениях без автоматического учета потребности в энергии; - контроль расхода энергии.
C	Соответствует стандартным САЗ. Характерные признаки: - сетевая автоматизация основных установок в здании; - в помещениях отсутствуют электронные контроллеры или термостатические головки на радиаторах отопления; - контроль расхода энергии не ведется.
D	Соответствует неэффективным САЗ с точки зрения энергопотребления. Такие системы должны быть модернизированы в существующих зданиях, а новые здания не должны строиться с применением этих систем. Характерные признаки: - без сетевых функций автоматизации; - без электронных контроллеров в помещениях; - контроль расхода энергии не ведется.

между линиями включения охлаждения и отопления) равен нулю, поскольку контрольные значения температур включения отопления и охлаждения равны между собой, мертвая зона отсутствует. В каждый момент времени работает либо система отопления, либо система охлаждения. Вентиляционная установка работает круглые сутки, хотя люди присутствуют в здании только в течение 11 часов.

Класс А (рис. 2) обеспечивает максимальное энергосбережение за счет применения передовых функций САЗ и УТС, а также адаптивной подстройки контрольных значений включения охлаждения и управления воздушными потоками по потребности, то есть в зависимости от присутствия людей в каждом отдельном помещении (система вентиляции с переменным расходом воздуха или VAV, variable air volume).

Класс энергоэффективности D

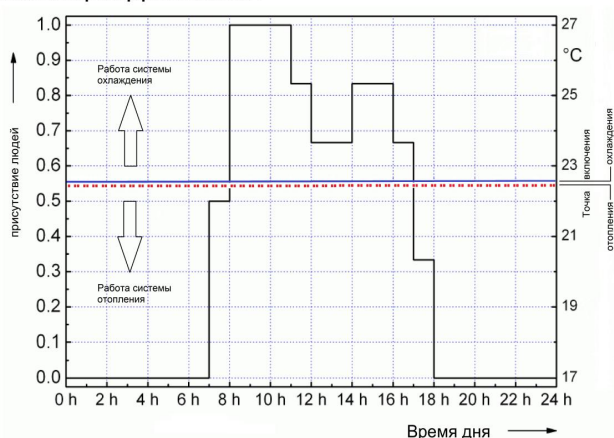


Рис. 1. Эксплуатационный профиль офисного здания. Класс D.

Класс А

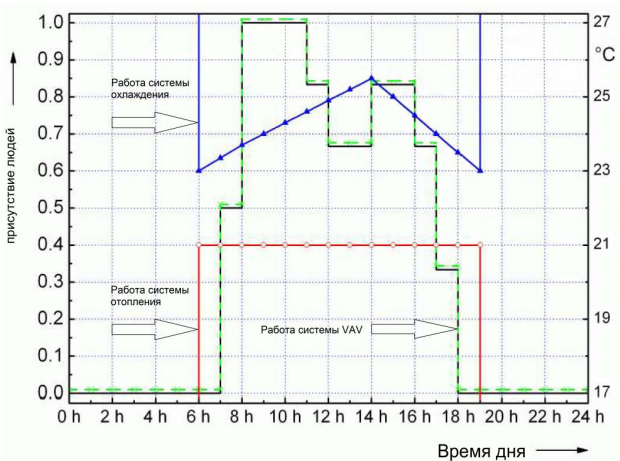


Рис. 2. Эксплуатационный профиль офисного здания. Класс А.

Анализ эксплуатационных профилей основных типов нежилых зданий позволяет сделать следующие выводы:

- заметного энергосбережения можно достичь в концертных или конференцзалах, предприятиях оптовой и розничной торговли;
- достаточно большой экономии можно добиться в гостиницах, ресторанах, офисах и образовательных учреждениях;

- в больницах, где люди присутствуют 24 часа в сутки, потенциал экономии энергии незначителен.

Влияние относящихся к тому либо иному классу функций САЗ на энергопотребление здания определяются стандартом EN 15232 через коэффициенты энергоэффективности САЗ и УТС (рассчитываются относительно эталонного класса С, см. табл. 2).

Таблица 2

Коэффициенты эффективности САЗ в соответствии со стандартом EN 15232

Типы зданий	Тепловая энергия				Электрическая энергия			
	D	C	B	A	D	C	B	A
Офисы	1,51	1	0,80	0,70	1,10	1	0,93	0,87
Актные залы	1,24	1	0,75	0,50	1,06	1	0,94	0,89
Учебные заведения	1,20	1	0,88	0,80	1,07	1	0,93	0,86
Больницы	1,31	1	0,91	0,86	1,05	1	0,98	0,96
Гостиницы	1,31	1	0,85	0,68	1,07	1	0,95	0,90
Рестораны	1,23	1	0,77	0,68	1,04	1	0,96	0,92
Торговые центры	1,56	1	0,73	0,60	1,08	1	0,95	0,91
Жилые здания	1,10	1	0,88	0,81	1,08	1	0,93	0,92

Эти коэффициенты получены на основании расчетов потребности энергии для большого количества математических моделей зданий. При анализе этих моделей учитывались:

- график наличия людей в помещении согласно стандарту EN 15217;
- соответствующие внутренние теплопритоки от людей и работающего оборудования;
- класс энергоэффективности;
- все функции САЗ и УТС для выбранного класса энергоэффективности.

Разумное внедрение систем автоматизации зданий позволяет достичь ощутимого снижения энергопотребления. Это показано в табл. 3 суммарно для тепловой и электрической энергии (класс А, относительно стандартного класса С, принятого за эталон).

Таблица 3

Достижимые значения экономии энергопотребления вследствие внедрения САЗ, класс А по отношению к стандартному классу С

Типы зданий	Экономия до, %
Офисы	43
Учебные заведения	34
Больницы	18
Гостиницы	42
Рестораны	40
Торговые центры	49
Жилые здания	27

Эксплуатационные профили и коэффициенты эффективности могут использоваться для определения структуры и алгоритмов САЗ и УТС. Они определяют режимы управления воздушными потоками с переменным расходом, контрольными значениями температур включения отопления и обогрева в зависимости от наличия людей в помещении и времени суток, обеспечение максимально возможной мертвой зоны между циклограммами отопления и охлаждения методами адаптивного управления. Кроме этого, хорошие результаты может дать применение упреждающих алгоритмов и алгоритмов нечеткой логики. Например, система блокирует «формальную» команду на включение отопления (рис. 2) в связи с падением температуры до 20,5° С в 16:00 в пятницу при наличии 67 %

персонала в помещении, поскольку до конца рабочего дня и рабочей недели осталось 2 часа, а метеопрогноз обещает повышение температуры воздуха, начиная с воскресенья.

В заключение необходимо отметить, что поскольку здания оказывают долгосрочное воздействие на потребление энергии, они должны отвечать, по крайней мере, минимальным требованиям к энергетическим характеристикам, адаптированным к местным климатическим условиям. При решении таких задач соответствия трудно переоценить влияние систем автоматизации зданий, которые наряду с новыми технологиями являются важнейшим элементом национальных и общеевропейских программ снижения энергопотребления и повышения энергоэффективности.

---

#### Литература

1. Directive 2002/91/EC of the European Parliament and of the Council of 16 December 2002 "On the energy performance of buildings", (<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2003:001:0065:0065:EN:PDF>).
2. Communication from the commission COM(2006)545 of 19.10.2006 "Action Plan for Energy Efficiency: Realising the Potential", Commission of the European Communities, ([http://ec.europa.eu/energy/action\\_plan\\_energy\\_efficiency/doc/com\\_2006\\_0545\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/energy/action_plan_energy_efficiency/doc/com_2006_0545_en.pdf)).
3. Communication from the commission COM(2008) 772 of 13.11.2008 "Energy efficiency: delivering the 20% target", (<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2008:0772:FIN:EN:PDF>).
4. Directive 2010/31/EU of the European Parliament and of the Council of 19 May 2010 "On the energy performance of buildings, recast" (<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:153:0013:0035:EN:PDF>).
5. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European economic and social committee and the committee of the regions COM (2011) 109 of 08.03.2011 "Energy Efficiency Plan 2011", (<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2011:0109:FIN:EN:PDF>).
6. European Standard EN 15232, July 2007 "Energy performance of buildings. Impact of Building Automation, Controls and Building Management", ([http://www.cres.gr/greenbuilding/PDF/prend/set4/WI\\_22\\_TC-approval\\_version\\_prEN\\_15232\\_Integrated\\_Building\\_Automation\\_Systems.pdf](http://www.cres.gr/greenbuilding/PDF/prend/set4/WI_22_TC-approval_version_prEN_15232_Integrated_Building_Automation_Systems.pdf)).
7. Національний стандарт України «Енергоефективність будівель. Вплив автоматизації, моніторингу та управління будівлями», ДСТУ Б EN 15232:2011.
8. Энергетична стратегія України на період до 2030 року. Схвалена розпорядженням Кабінету Міністрів України № 145-р від 15 березня 2006 р.
9. "The impact of Building Automation on Energy Efficiency", Reinhard Imhasly report for Modern Technologies for the Energy and Environment, Seminar ASHRAE, Hellenic chapter, Athens, Greece, June 16, 2010, © Siemens Switzerland Ltd.