

текстів, виділення термінів, пошуку синонімів і значень термінів. Описана технологія кластеризації документа для можливості підбору документів і створення загального словника.

Ключові слова: словник, термін, предметна область, синонім, іменні групи.

Кунгурцев Алексей Борисович, кандидат технических наук, профессор кафедры системного программного обеспечения, Одесский национальный политехнический университет, Украина, e-mail: abkun@te.net.ua.

Поточник Яна Владимировна, аспирант, кафедра системного программного обеспечения, Одесский национальный политехнический университет, Украина, e-mail: yana_onpu@mail.ru.

Силаев Дмитрий Александрович, кафедра системного программного обеспечения, Одесский национальный политехнический университет, Украина, e-mail: dsilyaev@gmail.com.

Кунгурцев Олексій Борисович, кандидат технічних наук, професор кафедри системного програмного забезпечення, Одеський національний політехнічний університет, Україна.

Поточник Яна Володимирівна, аспірант, кафедра системного програмного забезпечення, Одеський національний політехнічний університет, Україна.

Сіляєв Дмитро Олександрович, кафедра системного програмного забезпечення, Одеський національний політехнічний університет, Україна.

Kungurtsev Alexei, Odessa National Polytechnic University, Ukraine, e-mail: abkun@te.net.ua.

Potochniak Iana, Odessa National Polytechnic University, Ukraine, e-mail: yana_onpu@mail.ru.

Silyaev Dmytro, Odessa National Polytechnic University, Ukraine, e-mail: dsilyaev@gmail.com

УДК 004.891.2:332.873:697.1

DOI: 10.15587/2312-8372.2015.40998

Дубинский А. Г.

РАЗРАБОТКА ПРОЕКТА РЕКОМЕНДАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ПО УЛУЧШЕНИЮ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ЖИЛЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

Рассмотрена задача повышения энергоэффективности жилых домов. Предложена структура онлайн-системы для получения рекомендаций по повышению тепло- и энергоэффективности. Выбраны программы и технологии, которые будут использованы на этапе реализации системы; для моделирования выбрана программная среда с открытым исходным кодом. Указаны основные необходимые шаги для создания предложенной системы.

Ключевые слова: энергоэффективность, энергосбережение, экономия энергопотребления, тепловой баланс, экспертная система, моделирование, стартап.

1. Введение

Одна из наиболее актуальных задач, стоящих перед Украиной — повышение энергоэффективности и снижение общего энергопотребления. Закупка энергоносителей составляет значительную часть совокупного импорта страны. Уменьшение энергопотребления должно позитивно повлиять на внешнеторговый баланс. В структуре энергопотребления значительную долю занимает обеспечение жилищно-коммунального хозяйства — отопление и обогрев. Повышение коммунальных тарифов на газ, отопление и электроэнергию привлекает еще больше внимания к тематике повышения энергоэффективности и делает эту сферу рентабельной для создания новых коммерческих проектов, в том числе в формате «стартапов» с использованием современных информационных технологий.

В марте 2015 года в шести городах Украины состоялся трехдневный хакатон энергетической свободы «Hack4energy» — форум для разработчиков в сфере энергосбережения, в ходе которого был представлен ряд проектов, предусматривающих внедрение как технологических, так и поведенческих решений, направленное на повышение энергоэффективности. В ходе мозгового штурма Днепропетровскими участниками была, в част-

ности, предложена идея создания калькулятора энергоэффективности с расчетом экономического эффекта для сравнения различных решений по утеплению жилых помещений. В данной статье рассматривается проект создания подобной информационно-рекомендательной системы.

2. Анализ литературных данных и постановка задачи

Общую информацию по проблематике энергосбережения можно найти в [1]. Согласно «Энергетической стратегии Украины на период до 2030 года», потенциал энергоэффективности и энергосбережения в Украине составляет около половины от ежегодного объема потребления [2]. По данным рейтинга Ukrainian Energy Index показатель энергоэффективности экономики Украины составляет 52 % от уровня ЕС. Таким образом, повышение энергоэффективности до европейского уровня позволит экономить порядка 11,8 млрд. евро ежегодно [3].

В целом по Украине в зданиях непроизводственного назначения (жилых домах, больницах, школах и т. п.) потребляется более 40 % энергоресурсов [4]. Ключевая часть расходуемой энергии используется для

отопления и поддержания комфортной температуры жилых помещений. Основной резерв увеличения энергоэффективности заключается в уменьшении потерь тепла. Главным приоритетом в решении проблемы теплоснабжения городов и других населенных пунктов Украины является термомодернизация зданий [5]. В настоящее время вырабатываемое и передаваемое в дома тепло теряется в первую очередь через оконные и дверные проемы (до 50 %). Другие пути потерь — наружные стены (30–40 %) и перекрытия чердаков и подвалов (до 20 %) [6].

Одной из ключевых заинтересованных сторон в повышении энерго- и теплоэффективности являются собственники жилищного фонда — владельцы частных домов и объединения совладельцев многоквартирных домов (ОСМД). В 2014 году ОСМД были созданы уже в 21 % многоэтажных домов Украины, и их доля продолжает увеличиваться с каждым годом.

Одна из важных задач, которые стоят перед собственником жилья (или их объединением) — задача оптимизации затрат путем уменьшения коммунальных расходов за счет инвестиций в увеличение тепло- и энергоэффективности. Существуют множество способов, которыми можно уменьшить уровень теплопотерь. Для каждого из них можно оценить эффективность и сроки окупаемости вложений. Опыт стран ЕС показывает, что малозатратные способы позволяют достигать до 20–30 % экономии теплопотребления, а более затратные — добиваться экономии до 40–60 % [7]. Чтобы получить полезный эффект многие мероприятия по энергосбережению в муниципальных учреждениях и многоквартирных жилых домах должны выполняться комплексно [8].

Таким образом, перед собственником жилья (или ОСМД) возникает сложная задача правильного выбора способов повышения энергоэффективности. Для принятия решения нужна достоверная информация о доступных способах, о суммах затрат (вложений), об уровне ожидаемой экономии, о сроках окупаемости и т. д. Также необходимо учитывать характеристики окружающей среды, изменения тарифной политики государства, комплексность способов борьбы с энергопотерями, влияние поведенческих факторов и т. д.

Автор считает целесообразным разработку и создание интеллектуальной информационно-рекомендательной системы для консультаций собственников жилья по вопросам повышения энерго и теплоэффективности жилых домов. Подобная система классифицируется как автоматизированная (решения принимает пользователь) рекомендательная экспертная система (основанная на знаниях).

3. Объект, цель и задачи исследования

Объектом исследования является проект автоматизированной интеллектуальной информационно-рекомендательной системы.

Цель исследования — определить структуру информационной системы для помощи принятия решения о выборе наилучших способов повышения тепло и энергоэффективности помещений, задать план действий по созданию такой системы.

Для достижения поставленной цели необходимо выполнить такие задачи:

1. Определить основные компоненты системы и их взаимосвязи. Определить источники необходимых данных, указать характеристики потоков данных.

2. Выбрать подходы (способы решения, технологии, модели или уже реализованные доступные программные системы), которые целесообразно использовать для создания отдельных компонентов системы.

3. Указать основные требования к программной части: в первую очередь интерфейсу и к условиям размещения данных и бизнес-логики системы.

4. Структура и основные компоненты системы

Прежде всего, система должна содержать базу сведений об известных методах повышения энергоэффективности, о типовых проектах и конструкциях, обновляемую базу информации о доступных способах (вариантах решений). База знаний — естественное решение для хранения и обработки этих сведений. Для представления знаний следует использовать продукционную модель. Ввод фактов и данных о состоянии объекта следует реализовать в формате проведения первичного энерго- и тепло-аудита.

Для расчета теплового баланса потребуется реализация математической (теплофизической) модели в программном коде. Чтобы использовать модель применительно к реальной планировке помещения потребуется визуальный онлайн-редактор (CAD).

«Экономическая» часть должна решать задачу оптимизации с учетом ограничений. Требуется сравнить результаты моделирования с разными характеристиками модели и выбрать наиболее выгодное решение (комбинацию решений) с учетом реальных цен на рынке.

На рис. 1 представлена структура предлагаемой системы. Использование системы начинается с проведения начального аудита тепло- и энергоэффективности помещения. Пользователь вводит запрашиваемые данные, указывает типовую схему планировки или задает ее с помощью визуального редактора. Отсутствие требуемых данных свидетельствует о необходимости дополнительных измерений параметров объекта. Затем на основе имеющихся в системе знаний пользователю предлагается ограниченный набор альтернатив, расчет которых может быть выполнен достаточно точно.

На следующем этапе выполняется серия симуляций теплового и энергетического баланса системы с разным набором значений параметров модели, которые соответствуют предложенному набору альтернатив. Данные об условиях внешней среды (температура, влажность воздуха, скорость ветра и т. д.) будут автоматически вводиться из открытых источников.

Пользователь может многократно повторять процесс моделирования, выбирая для сравнения различный набор альтернативных способов повышения энергоэффективности из описанных в базе знаний. Для ранжирования полученных результатов, необходимо указать вес используемых критериев качества.

Постоянно изменяющаяся конъюнктура рынка, прогресс в разработке новых материалов и технологий, появление новых способов улучшения энергоэффективности требует обеспечения информационной открытости системы.

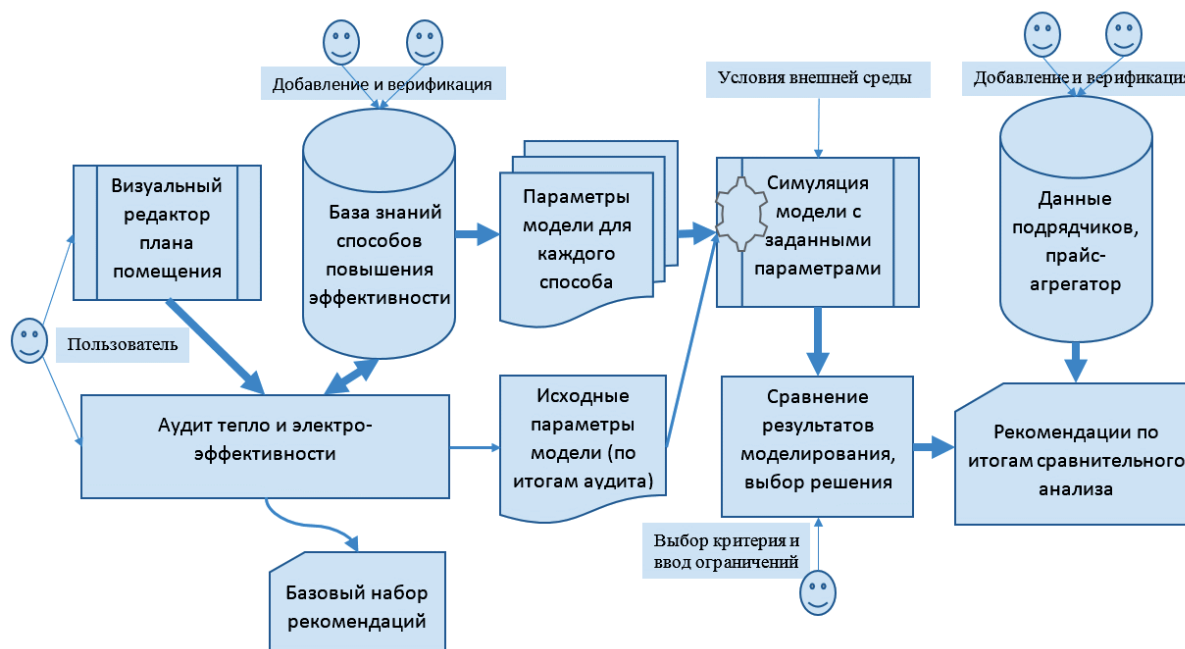


Рис. 1. Структурная схема системы

Для обеспечения полноты и актуальности сведений о возможных альтернативных способах увеличения энергоэффективности необходимо дать возможность пользователям самостоятельно оперативно добавлять новую полезную информацию, т. е. реализовать элементы подхода «web 2.0». Такая возможность ввода информации важна в первую очередь заинтересованным корпоративным пользователям — подрядчикам, поставщикам услуг. При этом важно указывать уровень достоверности информации, оценивать уровень доверия к сведениям конкретного пользователя и обеспечить возможность верификации введенной информации.

Способом верификации можно быть предоставление администратору системы копий сертификатов о соответствии международным и национальным нормам и стандартам, а также результаты проведения независимых испытаний. После верификации сведения, введенные в базу знаний системы, можно использовать для вывода и выбора альтернатив.

Результаты моделирования отображаются в виде набора численных результатов, диаграмм и графиков, затем сохраняются. Для выбранного пользователем решения указываются рекомендованные подрядчики — поставщики услуг и материалов для модернизации здания. Корпоративные пользователи (поставщики услуг) также могут добавлять актуальную информацию об ассортименте своих предложений с указанием цен и автоматически обновлять эти данные через систему прайс-агрегации, например, с использованием XML-описания в формате Yandex Market Language.

Пользователи системы — потребители услуг должны иметь возможность оставлять отзывы как по каждому из предложений, так и по реализованному проекту повышения энергоэффективности в целом. Отзывы будут влиять на уровень доверия и достоверности, а значит и на рекомендации системы следующим пользователям. Результаты объективных (верифицированных) замеров повышения эффективности по итогам реализации проекта — влиять на взаимосвязи и вес правил в базе знаний системы.

5. Математическая модель и программная реализация

Большое количество научных публикаций посвящено проблематике построения адекватных математических моделей для описания теплового баланса зданий и сооружений. Можно отметить работу [9], в которой разобраны методы реализации математической модели помещения и здания как единой теплоэнергетической системы на основе принципов системного анализа и монографию [10], в которой предложен метод сценарной верификации энергетического баланса с учетом действий людей и климатических условий.

Модели, ориентированные в основном на использовании интегральных параметров зданий рассмотрены, например, в [11] и [4]. В [12] дано описание модели теплового режима помещения как объекта с частично распределенными параметрами с помощью системы дифференциальных уравнений. В статье [13] система взаимосвязанных помещений также описана как конечномерная линейная система дифференциальных уравнений. В [14] моделируются инерционные свойства теплопереноса с учетом нестационарности температуры наружного воздуха.

Для практической реализации желательно использовать готовое программное решение. Обязательное условие — лицензионная чистота, потому будем рассматривать только программы, распространяемое под лицензией GPL или аналогичной. Использование открытого и свободного программного обеспечения позволит при необходимости вносить необходимые изменения.

Наиболее известной открытой средой для моделирования является ESP-г — интегрированный инструмент для моделирования сооружений [15]. ESP-г позволяет провести углубленную оценку факторов, влияющих на энергетическую и экологическую эффективность зданий. Обычно в моделях задается от 10 до 50 тепловых зон. Другая известная среда для моделирования — OpenStudio — аналитическая платформа с открытым

исходным кодом, предназначенная для комплексного моделирования зданий и анализа энергоэффективности [16]. В набор инструментария OpenStudio входит несколько симуляторов, SDK, плагин для Google SketchUp и многое другое.

Однако для первой реализации проектируемой системы целесообразно использовать более простую программную среду, такую как OpenBEM [17]. Эта система основана на действующей в Великобритании стандартной процедуре оценки энергоэффективности жилых помещений (SAP), которая включает более 80-ти параметров [18]. В OpenBEM реализована простая модель, позволяющая выполнить расчеты для помещений с единым внутренним пространством без градиента температуры. Не учитывается возможный теплообмен через открытые окна и двери, рассматривается только один входящий и один исходящий потоки тепла. Модель также не учитывает влияние других факторов окружающей среды, таких как скорость ветра, дождь и влажность и т. д.

Для задания планировки помещения необходимо использовать внешний визуальный редактор. Среди подобных решений можно назвать Planner 5D, Autodesk Homestyler и Планоплан. На рис. 2 отображен прототип интерфейса системы. Для визуализации использован один из демо-проектов Planner 5D. Показаны формы ввода данных о стенах и окнах здания. На следующих шагах предусмотрен ввод информации об утеплении крыши, дверей, коридоров и т. д.

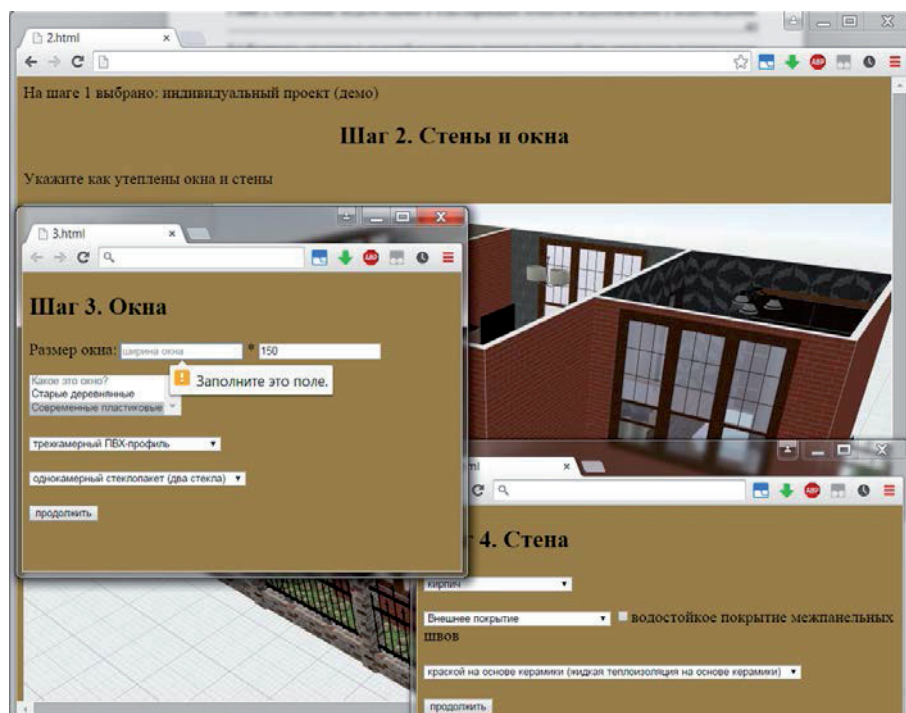


Рис. 2. Прототип интерфейса системы. Этап первоначального аудита

Кратко перечислим технологии, которые будут использованы в проекте. Интерфейс системы (front-end) — html5, отправка данных и отображение результатов — AJAX (Asynchronous JavaScript and XML). Облачный сервис Microsoft Azure для хостинга (back-end). Программа Microsoft BizSpark для подключения к сервису Azure, а также использования другого программного обеспечения и поддержки от компании Microsoft [19].

6. Экономическая модель

Подготовка набора альтернатив для моделирования выполняется после определения критерия оптимальности и определения граничных условий. В качестве критерия можно выбрать такие величины: величина уменьшения потерь тепла; сумма средств, сэкономленных за счет снижения энергопотребления; среднеквадратичное отклонение значения температуры помещения от оптимального теплового режима и т. д. В качестве граничных условий можно задать выполнение санитарно-гигиенических норм температурного режима и вентиляции, сумму расходов на мероприятия по повышению энергоэффективности, сроки выполнения работ и т. п.

После задания критерия и ограничений, получаем задачу дискретной оптимизации и выбираем одну или несколько альтернатив с помощью известных методов. Сравнительный анализ методов принятия решений при создании сложных технических систем дан в [20].

Основные методы принятия решений в условиях неопределенности разобраны в [21]. Отметим, что исходные данные будут заведомо не точны, не полны и не полностью достоверны. Поставщики услуг часто заинтересованы в искажении в свою пользу информации о предлагаемых решениях. Результаты верификации всегда запаздывают на время, необходимое для экспериментов и проверки. Стоимость услуг поставщиков может значительно изменяться. Пользователи системы могут

вводить не вполне верные исходные данные (добросовестно заблуждаться). Данные об условиях внешней среды могут быть предсказаны только на небольшом интервале времени.

Для создания предлагаемой информационной системы необходимо:

1. Завершить изучение программной реализации математической модели OpenBEM, убедиться в возможности ее запуска в облаке.

2. Выбрать платформу для создания базы знаний — использовать одну из версий CLIPS или традиционный (императивный) язык программирования.

3. Определить и детально описать набор альтернативных решений по увеличению энергоэффективности, выявить зависимости между ними. Сформулировать в виде производственных правил. Внести эти правила в базу знаний.

4. Реализовать программную

часть (back-end) — задачу выбора альтернатив, работу со знаниями, прайс-агрегацию, аутентификацию пользователей и т. д., подключить модуль расчета математической модели.

5. Определить порядок выполнения первичного аудита и сбора параметров для моделирования.

6. Подготовить интерфейс пользователя, подключить внешний визуальный редактор — планировщик поме-

щений, подготовить удобное отображение результатов моделирования и сравнения альтернатив.

7. Разместить первую версию системы в «облаке» и провести ее тестирование.

Для возврата средств, вкладываемых в создание системы можно предложить такие источники финансирования («модель монетизации»):

1. Платное размещение рекламы поставщиков услуг на страницах сайта — «Оплата за клик» (CPC) и «Оплата за действие» (CPA). Однако эта модель не позволит выйти на окупаемость проекта [22]. Оценка получена исходя из количества потенциальных пользователей, сравнительно высокой стоимости привлечения посетителя и ожидаемой незначительной частоте возврата на сайт (после достижения цели — получения рекомендаций).

2. Участие в партнерских программах поставщиков услуг (Cost per Sale) — оплата за продажу.

3. Обращение за грантовой поддержкой для финансирования разработки системы к международным или национальным фондам, которые поддерживают проекты, направленные на повышение энергоэффективности.

7. Обсуждение результатов реализации системы

В результате проделанной работы было получено описание структуры системы. Указаны области знаний и компетенций, которые нужны для ее практической реализации. Специалисты, владеющие этими навыками и технологиями должны быть включены в проектную команду для разработки и программирования системы.

Данная работа является началом проекта по созданию системы поддержки принятия решений по энергосбережению и повышению энергоэффективности зданий с оценкой экономического эффекта и сроков окупаемости. Следующим шагом исследования будет проектирование первого компонента — экспертной системы. Этой теме будет посвящена отдельная статья.

Затем для практической реализации необходимо будет подготовить техническое задание в виде набора «историй пользователя» и оценить стоимость детального проектирования, разработки и отладки программной части системы. Далее следуют определить ту часть функциональности, которая входит в «минимальный ценный продукт» (MVP) согласно методике Lean Startup, и затем начать итеративный процесс разработки в рамках одного из agile-подходов, например, Scrum.

8. Выводы

1. Разработана структура информационной системы для подготовки рекомендаций по энергосбережению. Основными компонентами системы являются: экспертная система с базой знаний способов повышения энергоэффективности; подсистема моделирования теплового баланса; подсистема сравнения альтернатив по выбранным критериям; база данных с актуальными сведениями о поставщиках и ценах. Для работы системы необходимы различные источники ввода данных: пользователь вводит информацию о помещении, экономические критерии и ограничения; от экспертов получаем знания для экспертной системы; поставщики указывают актуальные цены на материалы и услуги; данные о состоянии внешней среды вводятся автоматически

2. Система должна быть основана на подходе «web 2.0», когда у пользователей есть право добавлять и оценивать информацию. Для моделирования теплового баланса помещения будет использовано готовое программное решение с открытым исходным кодом, предпочтительно OpenBEM. Экспертная система будет построена на продукционной модели представления знаний. Для ввода планировки помещения следует использовать внешний визуальный редактор.

3. Программная реализация бизнес-логики и работы с данными должна быть рассчитана на размещение в облачной среде, такой как Microsoft Azure. Клиентская часть реализована как web-интерфейс с помощью языка разметки гипертекста html5.

Литература

1. Зеркалов, Д. В. Энергобережения в Україні [Электронный ресурс]: монографія / Д. В. Зеркалов. — К.: Основа, 2012. — 582 с. — Режим доступа: \www/URL: <http://www.zerkalov.org/files/evu-zm.pdf>
2. Бондаренко, Г. В. Роль энергоэффективности экономики в обеспечении энергетической безопасности государства [Текст]: тез. докл. Междунар. науч.-практ. конф., г. Минск, 24–25 сент. 2008 г. / Г. В. Бондаренко // Социальные факторы устойчивого инновационного развития экономики. — Минск: ГИУСТ БГУ, 2008. — С. 88–90.
3. Бабаев, В. Н. Возможности термомодернизации зданий городов [Электронный ресурс] / В. Н. Бабаев, Ф. П. Говоров, Т. В. Рапина, К. А. Рапина // Проблемы, перспективы та нормативно-правове забезпечення енерго-, ресурсозбереження в житлово-комунальному господарстві. — 2012. — Режим доступа: \www/URL: <http://eprints.kname.edu.ua/32013/>
4. Карпушев, С. А. Автоматизированная система мониторинга энергоэффективности муниципальных объектов г. Донецка [Электронный ресурс] / С. А. Карпушев, А. Ю. Харитонов // Техногенно-екологічна безпека та цивільний захист. — Київ — Кременчук, 2010. — С. 55–67. — Режим доступа: \www/URL: <http://tes.igns.gov.ua/materials/1n/Karpuшев.pdf>
5. Карп, И. Н. Пути решения проблем коммунальной энергетики [Электронный ресурс] / И. Н. Карп, Е. Е. Никитин // Житлово-комунальне господарство України. — 2011. — № 6(39). — С. 16–22. — Режим доступа: \www/URL: http://esco.co.ua/journal/2011_12/art104.pdf
6. Энергосбережение в жилищном фонде: проблемы, практика и перспективы [Текст]. — М.: дена, Фонд «Институт экономики города», 2004. — 108 с.
7. Миокова, Н. В. Развитие сотрудничества с Фондом восточноевропейского партнерства по энергоэффективности и окружающей среде: опыт Украины [Текст] / Н. В. Миокова // Евразийская Экономическая Интеграция. — 2014. — № 1(22). — С. 102–114.
8. Феноменов, К. Н. Комплекс основных мероприятий по внедрению энергосберегающих технологий в жилищно-коммунальном хозяйстве [Текст] / К. Н. Феноменов // Проблемы современной экономики. — 2011. — № 3. — С. 248–250.
9. Табунщиков, Ю. А. Математическое моделирование и оптимизация тепловой эффективности зданий [Текст] / Ю. А. Табунщиков, М. М. Бродач. — М.: АВОК-ПРЕСС, 2002. — 194 с.
10. Волков, А. А. Моделирование энергоэффективных инженерных систем [Электронный ресурс]: монография / А. А. Волков, П. Д. Чельшков, А. В. Седов; МОН РФ, Московский государственный строительный ун-т. — Москва: МГСУ, 2014. — 64 с. — Режим доступа: \www/URL: <http://lib-04.gic.mgsu.ru/lib/2014/26.pdf>
11. Маляренко, В. А. Условия однозначности в задачах управления тепловым режимом зданий [Текст] / В. А. Маляренко, В. Н. Голощапов, Н. А. Орлова // Коммунальное хозяйство городов. — 2007. — № 74. — С. 341–349.

12. Парфенов, С. Г. Комплекс программ для математического моделирования температурного режима в помещениях офисных и жилых зданий [Электронный ресурс]: сб. статей / С. Г. Парфенов, Д. Л. Ревизников; под ред. Ю. Ю. Комарова, В. А. Мхитаряна, Р. Д. Лисина // Проблемы создания перспективной авиационной техники. — М.: МАИ, 2004. — С. 320–324. — Режим доступа: \www/URL: http://nirs.lisin.ru/sb/2004.pdf#page=320
13. Куценко, А. С. Системный подход к математическому моделированию тепловых процессов зданий [Текст] / А. С. Куценко, С. В. Коваленко, В. И. Тобажнянский // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. — 2014. — № 4/4(70). — С. 9–12. doi:10.15587/1729-4061.2014.26200
14. Панферов, В. И. К теории математического моделирования теплового режима зданий [Текст] / В. И. Панферов, Е. Ю. Анисимова, А. Н. Нагорная // Вестник ЮУрГУ. Серия: Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника. — 2006. — № 14(69). — С. 128–132.
15. Hand, J. W. The ESP-r Cookbook-Strategies for Deploying Virtual Representations of the Build Environment [Electronic resource] / J. W. Hand. — Glasgow, UK: University of Strathclyde, 27 July, 2011. — Available at: \www/URL: http://www.esru.strath.ac.uk/Documents/ESP-r_cookbook_july_2011.pdf
16. Guglielmetti, R. OpenStudio: an open source integrated analysis platform [Electronic resource] / R. Guglielmetti, D. Macumber, N. Long // Proceedings of the 12th Conference of International Building Performance Simulation Association. — 2011. — Available at: \www/URL: http://www.nrel.gov/docs/fy12osti/51836.pdf
17. OpenBEM — Open Source Building Energy Model [Electronic resource]. — 21 Oct 2014. — Available at: \www/URL: https://github.com/emoncms/openbem
18. SAP 2012. The Government's Standard Assessment Procedure for Energy Rating of Dwellings [Electronic resource]. — Version 9.92. — Watford: Building Research Establishment, October 2013. — Available at: \www/URL: http://www.bre.co.uk/filelibrary/SAP/2012/SAP-2012_9-92.pdf
19. Becker, R. Windows Azure Programming Patterns for Start-ups [Text] / R. Becker. — Packt Publishing Ltd, 2012. — 292 p.
20. Семенов, С. С. Анализ методов принятия решений при разработке сложных технических систем [Текст] / С. С. Семенов, А. В. Полтавский // XII Всероссийское совещание по проблемам управления ВСПУ-2014, Москва 16–19 июня 2014 г. — Москва, 2014. — Т. 16. — С. 8101–8123. — Режим доступа: \www/URL: http://vspu2014.ipu.ru/proceedings/prcdngs/8101.pdf
21. Блюмин, С. Л. Модели и методы принятия решений в условиях неопределенности [Текст] / С. Л. Блюмин, И. А. Шуйкова. — Липецк: ЛЭГИ, 2001. — 138 с.
22. Bhattacharya, A. Why Online Advertising is failing down in the Internet era [Electronic resource] / A. Bhattacharya // IRACST — Engineering Science and Technology: An International Journal (ESTIJ). — December 2011. — Vol. 1, No. 1. — P. 11–17. — Available at: \www/URL: http://estij.org/papers/vol1no12011/3vol1no1.pdf

РОЗРОБКА ПРОЕКТУ РЕКОМЕНДАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ ПОЛІПШЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ЖИТЛОВИХ ПРИМІЩЕНЬ

Розглянуто задачу підвищення енергоефективності житлових будинків. Запропоновано структуру онлайн-системи для отримання рекомендацій щодо підвищення тепло- та енергоефективності. Обрано програми та технології, які будуть використані на етапі реалізації системи; для моделювання обрано програмне середовище з відкритим кодом. Вказано основні необхідні кроки для створення запропонованої системи.

Ключові слова: енергоефективність, енергозбереження, економія енергоспоживання, тепловий баланс, експертна система, моделювання, стартап.

Дубинський Алексей Георгиевич, кандидат технических наук, доцент, кафедра медико-биологической физики и информатики, Днепропетровская медицинская академия, Украина, e-mail: dubinsky@ukr.net.

Дубинський Олексій Георгійович, кандидат технічних наук, доцент, кафедра медико-біологічної фізики та інформатики, Дніпропетровська медична академія, Україна.

Dubinsky Alexey, State Establishment «Dnipropetrovsk Medical Academy», Ukraine, e-mail: dubinsky@ukr.net

УДК 681.5. 075

DOI: 10.15587/2312-8372.2015.41012

Гусак О. М.

ПОБУДОВА ЛІНІЙНОЇ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ЛЮДИНИ-ОПЕРАТОРА

У статті викладено новий погляд на методологію математичного моделювання. Запропоновано формальне визначення методу математичного моделювання, представлені деякі неформальні аспекти даної методології. Розглянуто можливості застосування методики математичного моделювання в ході обчислювального експерименту, опис та визначення лінійної математичної моделі людини-оператора та окреслення перспектив подальшого розвитку інтерактивного інтерфейсу і його активного використання.

Ключові слова: математичне моделювання, лінійна динамічна система, перетворення Лапласа, функція передачі.

1. Вступ

Людина — елемент автоматизованих систем різного призначення, його характеристики справляють істотний вплив на стійкість і якість функціонування автоматизованої системи. Оцінити вплив людини-оператора на стійкість і якість функціонування системи можна за

допомогою моделювання останньої на персональному комп'ютері. Тому актуальною є задача отримання математичної моделі людини-оператора [1, 2].

Математична модель людини-оператора повинна враховувати психофізіологічні характеристики людини, а також вплив різного роду зовнішніх факторів на діяльність оператора і її результати.