

текстів, виділення термінів, пошуку синонімів і значень термінів. Опис цієї технології класифікації документів для можливості підбору документів і створення з них словника.

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

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

Поточняк Яна Владимировна, аспирант, кафедра системного программирования, Одесский национальный политехнический университет, Украина, e-mail: yana_onpu@mail.ru.

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

Кунгурцев Олексій Борисович, кандидат технічних наук, професор кафедри системного програмування з безпеки, Одеський національний політехнічний університет, Україна.

Поточняк Яна Володимирівна, аспірант, кафедра системного програмування з безпеки, Одеський національний політехнічний університет, Україна.

Сіляєв Дмитро Олександрович, кафедра системного програмування з безпеки, 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

Рассмотрены задачи повышения энергоэффективности жилых домов. Предложена структурная информационная система для получения рекомендаций по повышению тепло- и энергоэффективности. Выбраны программные и технологические решения, которые будут использоваться в этой системе; для моделирования выбран программный язык с открытым исходным кодом. Указаны основные необходимые шаги для создания предложенной системы.

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

1. Введение

Одной 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 составляет обеспечение жилищно-коммунального хозяйства — отопление и обогрев. Повышение коммунальных тарифов и, следовательно, электроэнергии привлекает еще больше внимания к тематике повышения энергоэффективности и делает эту сферу перспективной 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 «Навстречу энергетической свободе» — форум для разработчиков в сфере энергосбережения, в ходе которого был представлен ряд проектов, предусматривающих внедрение новых технологических, так и поведенческих решений, направленных на повышение энергоэффективности. В ходе мозгового штурма Днепропетровскими участниками был, в частности,

предложена идея создания калкулятор энергоэффективности с расчетом экономического эффекта для принятия различных решений по утеплению жилых помещений. В данной статье представлен 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. Тем не менее, 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 потребляемой 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 выработываемое и переданное в дом 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 собственников многоквартирных домов (ОСМД). В 2014 году ОСМД были созданы уже в 21 % многоквартирных домов Украины, и их доля продолжает увеличиваться с каждым годом.

Одним из главных 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 многие способы позволяют достигнуть до 20–30 % экономии теплопотребления, более затратные — добиваясь 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 нужны 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 государственных, 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 в том типизированная (решения принимает пользователь) рекомендательная экспертная система (основанная на знаниях).

3. Объект, цель и задачи исследования

Объектом исследования является проект в том типизированной интеллектуальной информационно-рекомендательной системы.

Цель исследования — определить структуру информационной системы для помощи принятия решения о выборе наилучших способов повышения тепло- и энергоэффективности помещений, затрат на действия по созданию той системы.

Для достижения поставленной цели необходимо выполнить следующие задачи:

1. Определить основные компоненты системы и их взаимосвязи. Определить источники необходимых данных, указать их 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). Базой 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 форме проведения первичного энерго- и теплоудита.

Для расчета теплового баланса потребуется реализовать математическую (теплофизическую) модель в программном коде. Чтобы использовать модель применительно к реальной планировке помещения потребуются визуальный онлайн-редактор (CAD).

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

На рис. 1 представлено представление структуры предлагаемой системы. Использование системы начинается с проведения начального аудита тепло- и энергоэффективности помещения. Пользователь вводит записываемые данные, указывает типовую схему планировки или задает ее с помощью визуального редактора. Отсутствие требуемых данных свидетельствует о необходимости дополнительных измерений параметров объекта. За тем на основе имеющихся в системе знаний пользователь 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 знаний параметров модели, которые соответствуют предложенному набору альтернатив. Данные об условиях внешней среды (температура, влажность воздуха, скорость ветра и т. д.) будут вводимыми из открытых источников.

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

Постоянно изменяющийся конъюнктурный рынок, прогресс в разработке новых методов и технологий, появление новых способов улучшения энергоэффективности требует обеспечения информационной открытости системы.

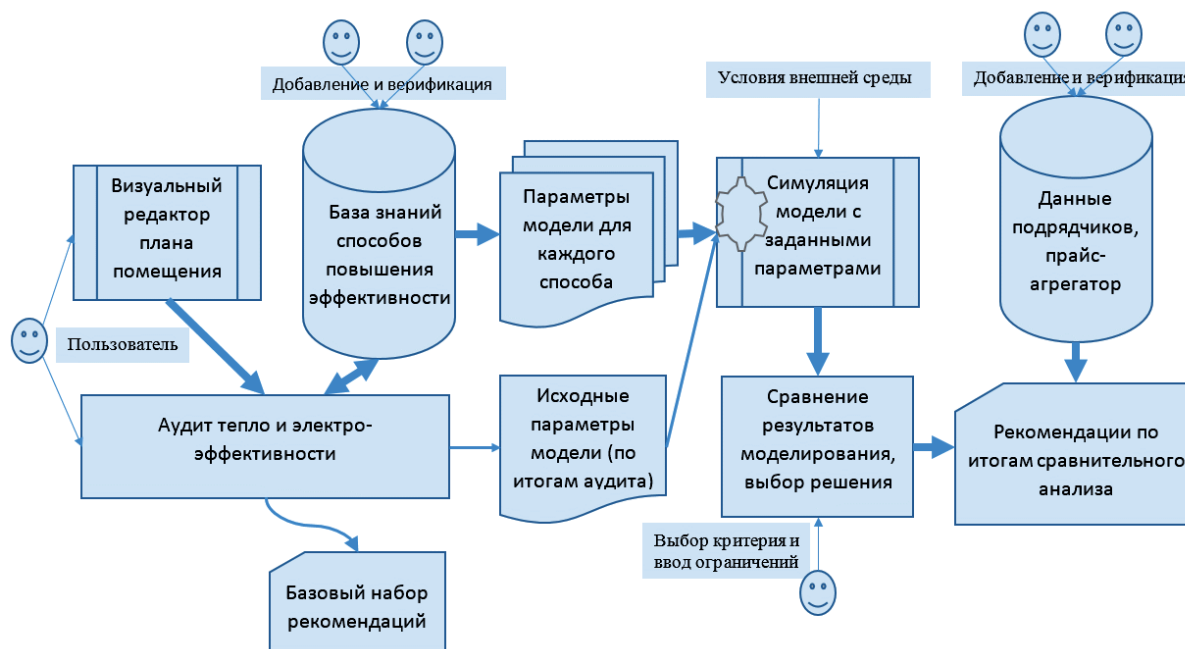


Рис. 1. Структурная схема системы

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

Способом верификации можно быть предоставление дистрибутору системы копий сертификатов соответствия между родным и национальным нормативом, также результаты проведения независимых испытаний. После верификации сведения, введенные в базу знаний системы, можно использовать для ввода и выбора альтернатив.

Результаты моделирования отображаются в виде набор численных результатов, графиков и таблиц, сохраняются. Для быстрого пользователем решения используются рекомендованные подрядчики — поставщики услуг и материалы для модернизации здания. Корпоративные пользователи (поставщики услуг) также могут добавлять актуальную информацию о сортименте своих предложений с указанием цен и в том числе обновлять эти данные через систему прайс-треккинг, 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, значить и рекомендации системы следующим пользователям. Результаты объективных (верифицированных) замеров повышения эффективности по итогам реализации проекта — влиять на взаимосвязи и вес привнесены в базу знаний системы.

5. Математическая модель и программная реализация

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

Модели, ориентированные в основном на использование интегральных параметров здания рассмотрены, например, в [11] и [4]. В [12] дано описание модели теплового режима помещения как объекта с четко определенными параметрами с помощью системы дифференциальных уравнений. В статье [13] систем взаимосвязанных помещений также описаны как конечномерная линейная систем дифференциальных уравнений. В [14] моделируются инерционные свойства теплопереноса с учетом нестационарности температуры и воздушного воздуха.

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

Наиболее известной открытой средой для моделирования является ESP-g — интегрированный инструмент для моделирования сооружений [15]. ESP-g 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 — инструмент платформ с открытым

исходным кодом, предназначены для комплексного моделирования зданий и анализ 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 градиент температур. 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 Планировщик. 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 этапах предусмотрен ввод информации об утеплении крыши, дверей, коридоров и т. д.

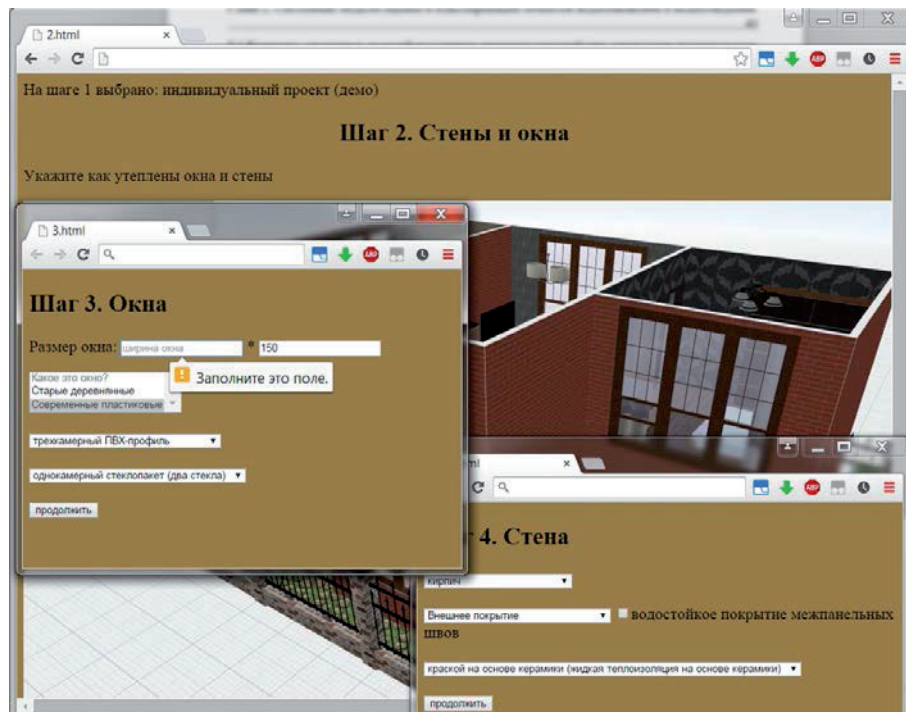


Рис. 2. Прототип интерфейса системы. Этап первоначального аудита

Кратко перечислим технологии, которые будут использоваться 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). Программный Microsoft BizSpark для подключения к сервису Azure, что также обеспечивает использование другого программного обеспечения и поддержки от компании Microsoft [19].

6. Экономическая модель

Подготовка наборов параметров 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 рассмотрены в [21]. Отметим, что исходные данные будут заданы не точно, не полны и не полностью достоверны. Построенные услуги с точки зрения интересов наискорейшего в свою пользу информирования о предлагаемых решениях. Результаты верификации всегда зависят от времени, необходимого для экспериментов и проверки. Стоимость услуг построения 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 баз данных — использовать одну из версий CLIPS или традиционный (императивный) язык программирования.

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

4. Реализовать программную часть (back-end) — задать выбор альтернатив, робота со знаниями, идентификацию 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. Переместить первую версию системы в «облаке» и провести ее тестирования.

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

1. Полное 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, серьезно высокой стоимости привлечения посетителя и ожидаемой незначительной частоты возврата сайта (после достижения цели — получения рекомендаций).

2. Учение в партнерских программ 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 проведенной работы было получено описание структуры системы. Указаны области знаний и компетенций, которые нужны для ее практической реализации. Специцисты, владеющие этими навыками и технологиями должны быть включены в проектную команду для разработки и программирования системы.

Данный проект является частью 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 посвящен отдельный статья.

Затем для практической реализации необходимо будет подготовить техническое задание в виде «истории 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. Разработка структуры 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 текущими сведениями о поставщиках и ценах. Для работы системы необходимы различные источники ввода данных: пользователь вводит информацию о помещении, экономические критерии и ограничения; от экспертов получают знания для экспертной системы; поставщики указывают текущие цены на материалы и услуги; данные о состоянии внешней среды вводятся автоматически.

2. Система должна быть основана на подходе «web 2.0», когда пользователи есть право добавлять и оценивать информацию. Для моделирования теплового баланса помещения будет использоваться 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

- Зеркалов, Д. В. Энергосбережения в Украине [Электронный ресурс]: монография / Д. В. Зеркалов. — К.: Основы, 2012. — 582 с. — Режим доступа: \www/URL: <http://www.zerkalov.org/files/evu-zm.pdf>
- 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.
- Бабев, В. Н. Возможности термомодернизации зданий городов [Электронный ресурс] / В. Н. Бабев, Ф. П. Говоров, Т. В. Рупин, К. А. Рупин // Проблемы, перспективы и нормативно-правовые аспекты обеспечения энерго-, ресурсосбережения в жилищно-коммунальном хозяйстве. — 2012. — Режим доступа: \www/URL: <http://eprints.kname.edu.ua/32013/>
- Карпущев, С. А. Автоматизированная система мониторинга энергоэффективности муниципальных объектов г. Донецк [Электронный ресурс] / С. А. Карпущев, А. Ю. Христов // Техногенно-экологическая безопасность цивилизации. — Киев — Кременчук, 2010. — С. 55–67. — Режим доступа: \www/URL: <http://tes.igns.gov.ua/materials/1n/Karpushev.pdf>
- 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
- Энергосбережение в жилищном фонде: проблемы, перспективы [Текст]. — М.: ДЕНА, Фонд «Институт экономики города», 2004. — 108 с.
- Миоков, Н. В. Развитие сотрудничества с Фондом восточноевропейского партнерства по энергоэффективности и окружающей среде: опыт Украины [Текст] / Н. В. Миоков // Евразийская экономическая интеграция. — 2014. — № 1(22). — С. 102–114.
- 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.
- Трунчиков, Ю. А. Математическое моделирование и оптимизация тепловой эффективности зданий [Текст] / Ю. А. Трунчиков, М. М. Бродячий. — М.: АВОК-ПРЕСС, 2002. — 194 с.
- Волков, А. А. Моделирование энергоэффективных инженерных систем [Электронный ресурс]: монография / А. А. Волков, П. Д. Челышков, А. В. Седов; МОН РФ, Московский государственный строительный университет. — Москва: МГСУ, 2014. — 64 с. — Режим доступа: \www/URL: <http://lib-04.gic.mgsu.ru/lib/2014/26.pdf>
- Мяренко, В. А. Условия одноэтапности в задачах управления тепловым режимом зданий [Текст] / В. А. Мяренко, В. Н. Голощепов, Н. А. Орлов // Коммунальное хозяйство городов. — 2007. — № 74. — С. 341–349.

12. П рфенов, С. Г. Комплекс прогн м для м тем тического моделиров ния темпер турного режим в помещениях офисных и жилых зд ний [Электронный ресурс]: сб. ст тей / С. Г. П рфенов, Д. Л. Ревизников; под ред. Ю. Ю. Ком ро в , В. А. Мхит рян , Р. Д. Лисин // Проблемы созд ния перспективной ви ционной техники. — М.: МАИ, 2004. — С. 320–324. — Режим доступ : \www/URL: http://nirs.lisin.ru/sb/2004.pdf#page=320
13. Куценко, А. С. Системный подход к м тем тическому моделиров нию тепловых процессов зд ний [Текст] / А. С. Куценко, С. В. Ков ленко, В. И. Тов жиянский // Восточно-Европейский журн л передовых технологий. — 2014. — № 4/4(70). — С. 9–12. doi:10.15587/1729-4061.2014.26200
14. П нферов, В. И. К теории м тем тического моделиров ния теплового режим зд ний [Текст] / В. И. П нферов, Е. Ю. Анисимов , А. Н. Н горн я // Вестник ЮУрГУ. Серия: Компьютерные технологии, упр вление, р диоэлектроник . — 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. Ан лиз методов принятия решений при р зр ботке сложных технических систем [Текст] / С. С. Се-

менов, А. В. Полт вский // XII Всероссийское совещ ние по проблем м упр вления ВСПУ-2014, Москв 16–19 июня 2014 г. — Москв , 2014. — Т. 16. — С. 8101–8123. — Режим доступ : \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. Шуйков . — 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 з д чу підвищення енергоефективності житлових будинків. З пропозов но структуру онл йн-системи для отрим ння рекоменда цій щодо підвищення тепло- т енергоефективності. Обр но прогн м т технології, які будуть використ ні н ет пі ре ліз ції системи; для моделюв ння обр но прогн мне середовище з відкритим кодом. Вк з но основні необхідні кроки для створення з пропозов ної системи.

Ключові слова: енергоефективність, енергозбереження, економія енергоспожив ння, тепловий б л нс, експертн систем , моделюв ння, ст рт п.

Дубинский Алексей Георгиевич, к ндид т технических н ук, доцент, к федр медико-биологической физики и информ-тики, Днепропетровск я медицинск я к демия, Укр ин , e-mail: dubinsky@ukr.net.

Дубинський Олексій Георгійович, к ндид т технічних н ук, доцент, к федр медико-біологічної фізики т інформ тики, Дніпропетровськ медичн к демія, Укр йн .

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

Уст тті викл дено новий погляд н методологію м тем тичного моделюв ння. З пропозов но форм льне визн чення методу м тем тичного моделюв ння, предст влені деякі неформ льні спекти д ної методології. Розглянуто можливості з стосув ння методики м тем тичного моделюв ння в ході обчислюв льного експерименту, опис т визн чення лінійної м тем тичної моделі людини-опер тор т окреслення перспектив под льшого розвитку інтер ктивного ін-терфейсу і його ктивного використ ння.

Ключові слова: м тем тичне моделюв ння, лінійн дин мічн систем , перетворення Л пл с , функція перед чі.

1. Вступ

Людин — елемент втом тизов них систем різного призн чення, його х р ктеристики спр вляють істотний вплив н стійкість і якість функціонув ння втом тизов ної системи. Оцінити вплив людини-опер тор н стійкість і якість функціонув ння системи можн з

допомогою моделюв ння ост нньої н персон льному комп'ютері. Тому кту льною є з д ч отрим ння м-тем тичної моделі людини-опер тор [1, 2].

М тем тичн модель людини-опер тор повинн вр ховув ти психофізіологічні х р ктеристики людини, т кож вплив різного роду зовнішніх ф кторів н діяльність опер тор і її результ ти.