

УДК 621.311: 658.26

Б. А. Якимович, доктор технических наук, профессор;*С. В. Вологдин*, доктор технических наук, профессор;*Я. С. Ботова*, магистр-инженер

Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ АНАЛИЗА КЛАССА ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ

Рассматриваются вопросы по разработке программного комплекса формирования энергетического паспорта зданий. Приведены результаты расчета класса энергетической эффективности жилых зданий различных серий в зависимости от вариантов внедрения энергосберегающих мероприятий по тепловой защите зданий.

Ключевые слова: энергоэффективность, энергетический паспорт, тепловые потери зданий, ограждающие конструкции, автоматизация расчетов, программный комплекс

Одним из пяти приоритетных направлений модернизации российской экономики является энергоэффективность и энергосбережение. Экономика России характеризуется высокой энергоемкостью, удельные показатели которой в 2–3 раза выше аналогичных показателей экономики развитых европейских стран. Известно, что фактический удельный расход тепловой энергии на отопление эксплуатируемых жилых и общественных зданий почти в 2 раза выше нормируемой величины. С принятием федерального закона от 23 ноября 2009 г. № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» [1] вопросы, касающиеся энергосберегающей политики, приобрели еще большую значимость.

В соответствии с [1] при разработке проектов новых, реконструируемых, капитально ремонтируемых жилых и общественных зданий, при приемке строительных объектов в эксплуатацию, а также после их годичной эксплуатации требуется составлять энергетический паспорт согласно нормам и правилам, установленным законодательством Российской Федерации. Массовый интерес к разработке программных продуктов по автоматизации деятельности энергоаудиторов привел рынок информационных технологий к созданию программ для тепловых вычислений зданий. Согласно Постановлению Правительства Российской Федерации от 13 апреля 2010 г. № 235 «О внесении изменений в Положение о составе разделов проектной документации и требований к их содержанию», приказу Минэнерго России от 19 апреля 2010 г. № 182 (ред. от 08.12.2011) «Об утверждении требований к энергетическому паспорту», а также приказу Минэнерго России от 28 мая 2010 г. № 262 «О требованиях энергетической эффективности зданий, строений, сооружений», введены дополнительные параметры в энергетический паспорт зданий. Постановлением Правительства Российской Федерации от 25 января 2011 г. № 18 «Об утверждении Правил установления требований энергетической эффективности для зданий, строений, сооружений и требований к правилам определения класса энергетической эффективности многоквартирных домов»

введены базовые уровни энергетической эффективности зданий, строений и сооружений с планируемым поэтапным изменением этих уровней в целях повышения энергетической эффективности.

Вышеперечисленные нормативные документы в совокупности применения обязывают учитывать нормируемые показатели энергоэффективности зданий и сооружений на всех этапах жизненного цикла строений.

Методика расчета и алгоритм производимых вычислений строятся на основании нормативных документов [2–4]. Определение уровня тепловой защиты ограждающих конструкций по нормируемым значениям сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций для всех зданий (табл. 8 [2]) либо по нормируемому удельному расходу тепловой энергии на отопление для жилых и общественных зданий (табл. 10 [2]) при расчете энергетического паспорта. Расчетные параметры внутреннего воздуха помещений следует принимать согласно ГОСТ 30494–96, СНиП 41-01-2003, СНиП 31-01-2003, СНиП 31-05-2003, СНиП 23-01-2003 для соответствующих типов зданий и в соответствии с табл. 5 [2] (температура, относительная влажность и температура точки росы внутреннего воздуха помещений, принимаемые при выполнении теплотехнических расчетов ограждающих конструкций). Расчет удельного расхода тепловой энергии на отопление здания за отопительный период осуществляется в соответствии с приложением Г [2].

Основные бизнес-процессы системы разработки энергетического паспорта (ЭП) зданий, начиная этапом заключения договора и заканчивая этапом выдачи паспорта, приведены на рис. 1.

Конечной целью работы является разработка программы, позволяющей формировать энергетический паспорт зданий, осуществлять расчет тепловых потерь зданий (в зависимости от объема зданий и ограждающих конструкций), расчет водопотребления (нормативного расхода горячей и холодной воды, расхода воды санитарно-техническими приборами). Данный программный продукт является продолжением цикла работ по разработке пакета прикладных

программ по повышению энергоэффективности системы теплоснабжения [5].

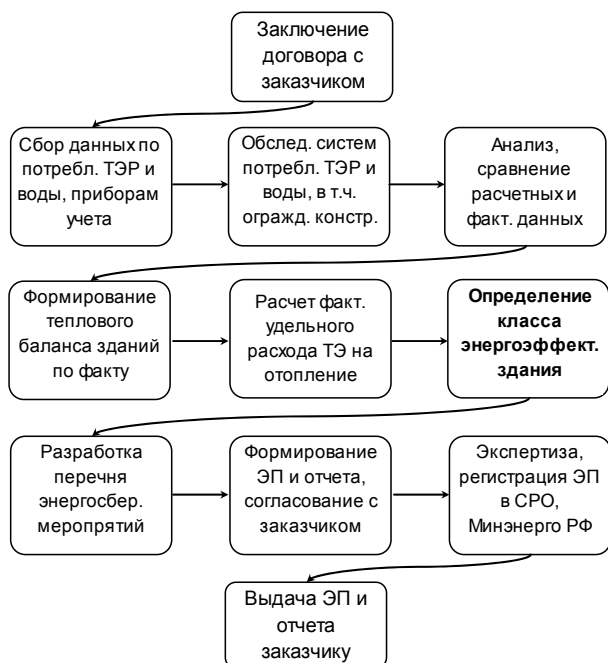


Рис. 1. Модель бизнес-процессов системы разработки энергетического паспорта

Для достижения поставленной цели решаются соответствующие задачи:

1. изучение методик энергоаудита, расчета тепловых потерь зданий, водопотребления;
2. разработка проектной модели бизнес-процессов системы по формированию энергетического паспорта зданий;
3. разработка программного комплекса, реализующего расчет тепловых потерь зданий и расчет водопотребления;
4. автоматизация процессов формирования отчетов по энергетическому паспорту зданий;
5. экспериментальное проведение оценки энергетической эффективности зданий различных серий.

Алгоритм решения обозначенных задач состоит из следующих этапов:

- ввод входных данных/сообщений; ввод входных сообщений осуществляется следующим способом: энергоаудитором (пользователем), путем ввода необходимых данных;
- формирование массивов данных из входных сообщений; входные данные формируются в группы, т. е. интерфейс построен таким образом, чтобы было невозможно ввести параметры, если ранее не заполнены требуемые поля;
- формирование SQL-запроса к БД; по массивам данных формируются SQL-запросы к базе данных; запросы позволяют рассчитывать параметры по соответствующим формулам на основании введенных данных, а также группировать информацию для вывода наиболее удобным способом;
- расчет необходимых показателей;
- формирование рассчитанных показателей;

- построение отчетов энергетического паспорта зданий.

Разработанный программный комплекс по формированию энергетического паспорта зданий включает подсистемы определения потенциала энергосбережения зданий и оценки энергетической эффективности.

Для реализации подсистемы определения потенциала энергосбережения зданий выделяются требования к ее функциональным характеристикам. Подсистема обеспечивает пользователю возможность взаимодействовать с единой информационной средой энергоаудита. Подсистема обеспечивает решение следующих задач:

1. предоставление возможности выбора качественных и числовых характеристик здания, строения, сооружения;
2. предоставление возможности выбора данных, составляющих общую характеристику здания;
3. предоставление возможности выбора расчетных условий: климатических показателей холодного периода года и температурно-влажностного режима здания;
4. предоставление возможности определения и расчета данных по техническому и проектному решению зданий: типы конструкций, коэффициенты ограждающих конструкций, виды материалов, термическое сопротивление слоев конструкции;
5. автоматический расчет теплотехнических показателей ограждающих конструкций;
6. автоматический расчет энергетических показателей здания;
7. обеспечение возможности хранения первичных проектных решений, определенных по расчетным зданиям;
8. обеспечение возможности хранения результатов о потерях тепла зданиями и сооружениями различного назначения и об инфильтрации помещения зданий (теплопотерь).

Подсистема оценки энергетической эффективности обеспечивает решение следующих задач:

1. определение данных для формирования отчетов в соответствии с действующими нормативными документами, данных для формирования протокольного отчета, документов системы;
2. предоставление возможности как для анализа процессов системы по формированию отчетов, так и для аналитической обработки накопленного массива данных системой;
3. обеспечение возможности создания и формирования отчетов в виде, удобном для вывода на печатающие устройства на основе расчетных численных показателей энергетического паспорта;
4. формирование и предоставление по запросам пользователей аналитических и статистических отчетов в формате MS WORD (.doc).

В соответствии с Постановлением Правительства Российской Федерации от 25 января 2011 г. № 18 «Об утверждении правил установления требований энергетической эффективности для зданий, строе-

ний, сооружений и требований к правилам определения класса энергетической эффективности многоквартирных домов» и приказом Министерства регионального развития Российской Федерации от 8 апреля 2011 г. № 161 «Об утверждении правил определения классов энергетической эффективности многоквартирных домов и требований к указателю класса энергетической эффективности многоквартирного дома, размещаемого на фасаде многоквартирного дома» класс энергетической эффективности подлежит обязательному установлению в отношении многоквартирных домов, построенных, реконструированных или прошедших капитальный ремонт и вводимых в эксплуатацию, а также подлежащих государственному строительному надзору.

Класс энергетической эффективности здания (А–F) определяется в зависимости от величины отклонения расчетного (фактического) значения удельного расхода тепловой энергии на отопление здания от нормативного, выраженной в процентах (см. таблицу) [4].

Классы энергетической эффективности зданий

Обозначение класса	Наименование класса энергетической эффективности	Величина отклонения расчетного (фактического) значения удельного расхода тепловой энергии на отопление здания от нормативного, %	Мероприятия, рекомендуемые органами государственной власти субъекта Российской Федерации
Для новых и реконструированных зданий			
A	Очень высокий	Менее минус 51	Экономическое стимулирование
B	Высокий	От минус 10 до минус 50	То же
C	Нормальный	От плюс 5 до минус 9	–
При эксплуатации новых и реконструируемых зданий			
D	Пониженный	От плюс 6 до плюс 25	Устранение дефектов
Для существующих зданий			
E	Низкий	От плюс 26 до плюс 75	Желательна реконструкция здания
F	Очень низкий	Более 76	Необходимо утепление здания в ближайшей перспективе

Проведена оценка энергетической эффективности жилых зданий типовых серии в климатических условиях г. Ижевска посредством применения энергоэффективных мероприятий на разных стадиях эксплуатации зданий, с использованием средств и методов, реализованных в разработанном программном комплексе. Расчет класса энергетической эффективности в зависимости от вариантов внедрения энергосберегающих мероприятий по тепловой защите зданий проведен для жилых зданий г. Ижевска типовых серий:

- кирпичный трехсекционный пятиэтажный жилой дом серии I–511;
- панельный трехсекционный пятиэтажный жилой дом серии I–335;
- панельный трехсекционный девятиэтажный жилой дом серии I–467.

На рис. 2–4 приведены диаграммы, на которых выявлены структура и характер изменения полученных данных, оценено распределение величины отклонения расчетного (фактического) значения удельного расхода тепловой энергии на отопление здания от нормативного в процентах для различных серий зданий. Диаграммы отображают, как изменяется класс энергетической эффективности эксплуатируемых зданий в зависимости от различных вариантов проведения энергосберегающих мероприятий при реконструкции жилого фонда.

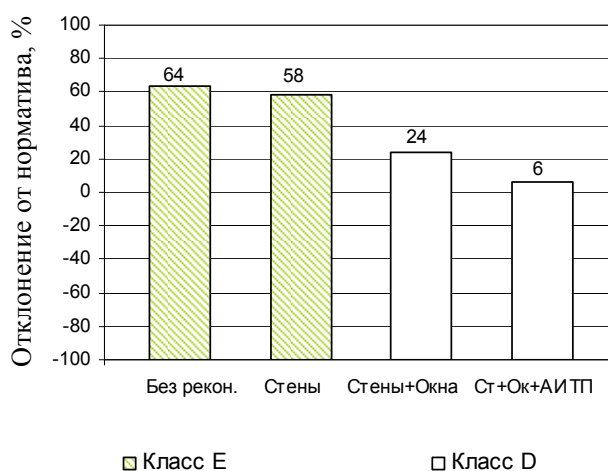


Рис. 2. Оценка энергетической эффективности дома серии I–511

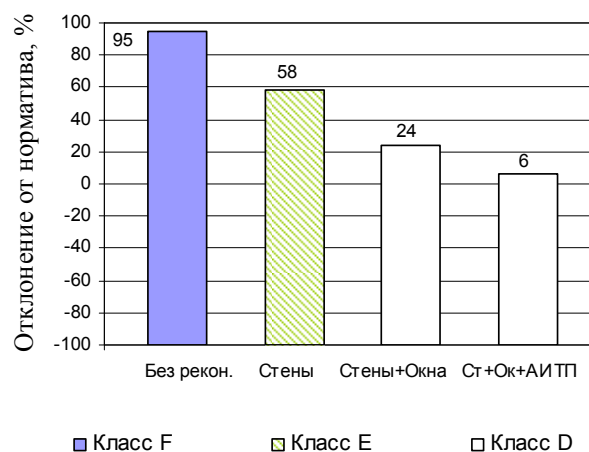


Рис. 3. Оценка энергетической эффективности дома серии I–335

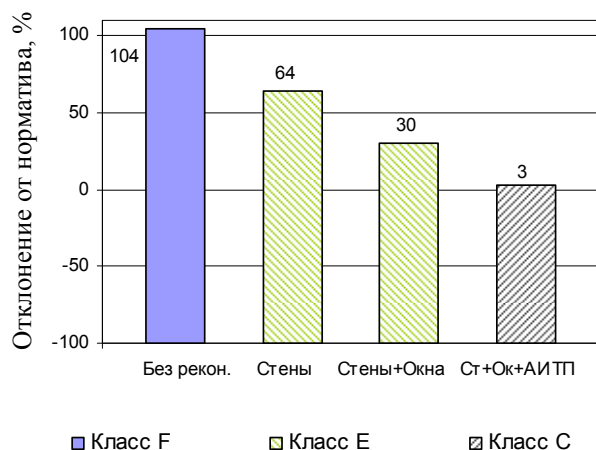


Рис. 4. Оценка энергетической эффективности дома серии I-467

Как следует из представленных данных, существующие здания представленных серий без проведения энергосберегающих мероприятий удовлетворяют только классам E (низкий) и F (очень низкий) энергетической эффективности, что говорит о необходимости обязательного осуществления мероприятий по тепловой защите зданий. Мероприятия по реконструкции стеновых и оконных ограждений до нормируемых значений сопротивления ограждающих конструкций для климатических условий г. Ижевска [1], а также оснащение зданий устройствами автоматического регулирования теплопотребления позволяют снизить удельные тепловые потери через ограждающие конструкции в среднем в два раза и тем самым повысить класс энергоэффективности большинства эксплуатируемых зданий региона до уровней C (нормальный) и D (пониженный).

Практическая ценность работы заключается в применении современных компьютерных средств для разработки программного комплекса по формированию энергетического паспорта зданий с учетом существующих требований законодательства Российской Федерации, а также расчетных методик федерального и регионального уровней. Программный

комплекс является новой составной частью программного комплекса «Энергоаудитор» [6] и используется при проведении энергетических обследований объектов бюджетной сферы Удмуртской Республики. Практическая эксплуатация программного комплекса позволяет сформировать энергетические паспорта жилых и общественных зданий, сократить ошибки за счет снижения влияния человеческого фактора и в целом повысить качество работы энергоаудитора.

Библиографические ссылки

1. Федеральный закон Российской Федерации от 23 ноября 2009 г. « 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» // Рос. газ. – 2009. – № 5050. – URL: <http://www.rg.ru/2009/11/27/energo-dok.html> (дата обращения: 06.12.2013).
2. МР 23-345-2008 УР. Методические рекомендации по проектированию тепловой защиты жилых и общественных зданий : утв. Министерством строительства, архитектуры и жилищной политики 08.04.2009. – Ижевск, 2008. – 22 с. – URL: http://minstroy.ru/big_files/Metod_rek.zip (дата обращения: 06.12.2013).
3. СП 23-101-2004. Проектирование тепловой защиты зданий : утв. ОАО «ЦНИИпромзданий» и ФГУП ЦНС 23.04.2004 : взамен СП-23-101-2000. СПб. : ДЕАН, 2007. – 320 с. – URL: http://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/43/43635/index.php (дата обращения: 06.12.2013).
4. СНиП 23-02-2003. Тепловая защита зданий: утв. Госстроем России 26.06.2003: взамен СНиП II-3-79*: дата введ. 01.10.2003. – М. : Госстрой России, 2004. – 25 с. – URL: <http://focdoc.ru/down/load/958b34e1491b55f16085f82ec09ebfc9.html> (дата обращения: 06.12.2013).
5. Якимович Б. А., Щенятский А. В. Вологдин С. В. Разработка пакета прикладных программ по повышению энергоэффективности системы централизованного теплоснабжения // Современные информационные технологии и ИТ-образование : материалы VII международной научно-практической конференции. – М., 2012. – С. 643–655.
6. Вологдин С. В. Разработка и внедрение программного комплекса «Энергоаудитор» // Научный обозреватель. 2012. – № 9. – С. 63–65.

B. A. Yakimovich, DSc in Engineering, Professor, Kalashnikov Izhevsk State Technical University
S. V. Vologdin, DSc in Engineering, Professor, Kalashnikov Izhevsk State Technical University
Y. S. Botova, Master's Degree student, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Application of information technologies for analysis of energy efficiency class of residential buildings

The development of a program complex for generating the energy passport of buildings is considered. Results are presented for calculation of the energy efficiency class of various residential buildings depending on variants of introducing the energy saving measures on thermal protection of buildings.

Keywords: energy efficiency, energy passport, heat loss of buildings, walling, automated calculations, software package

Получено: 15.11.13