

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ И ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕПЛОВОЙ МОДЕРНИЗАЦИИ ЖИЛОГО ЗДАНИЯ

Барановский И. В., Тернов Е. В., Башко Ю. А.

Заместитель директора по научной работе, отдел жилищного хозяйства, Институт жилищно-коммунального хозяйства Национальной академии наук Беларуси

Минск, Республика Беларусь

E-mail: bashko_yury@mail.ru

Тепловая модернизация жилищного фонда Республики Беларусь является актуальным направлением энергосбережения в экономике страны. В рамках перехода отрасли жилищно-коммунального хозяйства (ЖКХ) к ведению хозяйственной деятельности методами цифровой экономики, предполагающего цифровизацию процессов эксплуатации, технического обслуживания и ремонта зданий на принципах BIM-проектирования (Building Information Model), представляется целесообразным проработать методологические вопросы алгоритмизации проектных решений повторного применения, связанных с обеспечением требуемого сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций зданий и связанных с ним параметров энергопотребления на цели теплоснабжения и охлаждения.

Введение

Технические нормативные правовые акты Республики Беларусь в области архитектурной, строительной и градостроительной деятельности в значительной степени гармонизированы с европейскими стандартами, а также сводами правил Российской Федерации. Они содержат достаточный методологический аппарат для выполнения теплотехнических и конструктивных расчётов технических решений, направленных на повышение энергоэффективности зданий различного назначения. Вместе с тем остаётся открытым вопрос создания банка цифровых моделей энергопотребления жилых зданий типовых серий постройки 2-й половины XX века, подавляющее большинство которых не соответствует современным требованиям к энергоэффективности. Разработка и унификация указанных моделей позволила бы ускорить и удешевить тепловую модернизацию жилищного фонда страны.

Описание стратегии моделирования энергетической и экономической эффективности здания

Экономико-математическое моделирование здания сводится по существу к разработке математической модели энергетического баланса в системе «здание—окружающая среда», включающей технико-экономическое обоснование технического решения, планируемого к реализации в рамках энергосберегающего мероприятия. При этом принимаются во внимание следующие ключевые факторы [1]:

1. Температура воздуха наиболее холодной пятидневки с обеспеченностью 0,92;
2. Температура воздуха для начала и окончания отопительного сезона и продолжительность отопительного сезона в днях;

3. Месячные суммы прямой и суммарной (прямой, рассеянной и отражённой) солнечной радиации на горизонтальную и вертикальные поверхности различной ориентации по сторонам горизонта при ясном небе и средних условиях облачности;
4. Площадь стен здания за исключением светопроницаемых и наружных дверных проёмов, а также материал и толщина стен как определяющие факторы их термического сопротивления;
5. Конструктивные особенности и термическое сопротивление существующих либо планируемых к установке теплоизолирующих покрытий светонепроницаемых ограждающих конструкций здания;
6. Площади светопроницаемых и наружных дверных проёмов, а также конструктивные особенности и термическое сопротивление окон, витражей, архитектурных фонарей и наружных дверей;
7. Площади покрытий, этажных перекрытий, перекрытий над арками сквозных проходов и техническим подпольем, а также пола в отапливаемом подвале;
8. Наличие тамбуров при входных группах, технического подполья либо отапливаемого подвала под перекрытием 1-го этажа, отапливаемого либо не отапливаемого чердака или технического этажа;
9. Вид и технические особенности используемых систем водного (одно- или двухтрубная, централизованная или с индивидуальными регуляторами температуры и др.) или электрического отопления;
10. Вид используемых систем охлаждения и характер инфильтрационных воздушных потоков;

11. Тепловыделение от людей и других источников тепловой энергии в помещениях во временной динамике
12. Требуемая температура воздуха в помещениях здания.

Параметры 1–3 относятся к климатологическим характеристикам географической местности, в которой расположено здания и имеют нормированные значения. Для условий Республики Беларусь значения указанных и иных климатологических характеристик определяются по СНБ 2.04.02-2000 «Строительная климатология». Параметры 4–10 определяются конструктивными особенностями архитектурных элементов ограждающих конструкций, а также инженерных систем здания. Нормативные значения термического сопротивления ограждающих конструкций, методики расчёта термического сопротивления составных теплоизолирующих покрытий стен, окон и наружных дверей представлены в ТКП 45-2.04-196-2010 «Тепловая защита зданий». Теплоэнергетические характеристики. Правила определения. Там же представлены методики расчёта удельного расхода тепловой энергии на отопление здания и тепловыделения в здании на протяжении отопительного периода. Наконец параметры 11–12 отражают характер использования здания в соответствии с его функциональным назначением.

Зарубежным аналогом методического руководства для определения теплоэнергетических характеристик здания является стандарт EN ISO 13790 «Энергетическая эффективность зданий – расчёт потребления энергии для отопления и охлаждения» [2].

С учётом тенденций в архитектурном проектировании к использованию «окон в полс и светопрозрачных стен при оценке энергоэффективности здания на нужды отопления и охлаждения представляется целесообразным дополнительно оценивать влияние на неё энергозатрат на искусственное освещение и затенение, обеспечивающее нормативные уровни освещённости в различных частях жилого помещения.

Энергетический баланс в системе «здание–окружающая среда» обеспечивается равенством трансмиссионных потерь через ограждающие конструкции здания с учётом инфильтрации окружающего воздуха расходу теплоты на отопление и вентиляцию здания с учётом теплопотуплений от внутренних источников и солнечной радиации.

Заключение

Использование электронных архитектурных планов этажей здания упрощает как однозональное, так и многозональное моделирование его теплоэнергетических характеристик с учё-

том процессов теплопередачи через внутренние стены и перегородки в различных частях здания. В перспективе механизм формирования тарифов на отопление может быть пересмотрен по результатам вычислительных экспериментов с многозональными имитационными моделями теплоэнергетических характеристик здания.

Достижение максимальной точности моделирования эксплуатационных показателей здания представляется возможным при экспорте его геометрических характеристик и параметров размещения на местности, теплофизических характеристик материалов и инженерных систем из BIM-модели здания. Использование BIM-модели при моделировании и фактическом осуществлении эксплуатации здания предоставляет следующие преимущества:

- наличие полных и достоверных данных о конструктивных элементах;
- моделирование возможных признаков физического износа конструкций и элементов здания разной степени тяжести;
- детальное планирование технического переустройства здания;
- мониторинг состояния основных конструктивных элементов здания, возможность отслеживания динамики контролируемых параметров;
- управление энергопотреблением здания;
- оперативная навигация по проекту в случае экстренного устранения последствий внештатных ситуаций.

Посредством объединения BIM-модели с расчётами энергопотребления и экономических затрат информационное моделирование позволяет решать вопросы рационального потребления ресурсов отдельным зданием. Ещё на этапе проектирования появляется возможность моделировать ресурсный баланс и эксплуатационный денежный поток, оценивать годовые эксплуатационные доходы и расходы.

Список литературы

1. Лысёв, В. И. Расчёт энергопотребления для отопления и охлаждения зданий / В. И. Лысёв, Н. Н. Коцюлим, В. А. Кучанский // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Холодильная техника и кондиционирование» [С.-Пб]. – 2018. – № 1. – С. 3–12.
2. Результаты анализа существующих методологий и практик для осуществления мониторинга интегральных энергетических характеристик зданий в части приложений методов энергетического аудита: отчёт о НИР (ПРООН/ГЭФ) / Проект № 00077154 «Повышение энергетической эффективности жилых зданий в Республике Беларусь»; исп. А. Ф. Молочко. – Минск, 2013. – 15 с. [Электронный ресурс] / Департамент по энергоэффективности Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь. – Режим доступа: <http://energoeffekt.gov.by/effbuild/download/98.pdf>. – Дата доступа: 13.08.2020.