

4. Васильев Г.П. Численный метод оптимизации прерывистого режима отопления / Г.П. Васильев, В.А. Личман, Н.В. Песков // Математическое моделирование, 2010. – том 22. - №11. – С. 123-130.

5. Моисеев Н.Н. Математические задачи системного анализа / Н.Н. Моисеев. – М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1981. – 488с.

6. Лернер А.Я. Оптимальное управление / А.Я. Лернер, Е.А. Розенман. – М.: Энергия, 1970. – 360с.

Куценко А.С. – д.т.н., профессор, E-mail: kuzenko@kpi.kharkov.ua; **Коваленко С.В.** – старший преподаватель, E-mail: kovalsvt@rambler.ru; **Товажнянский В.И.** – магистр, Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт».

УДК 697.1(571.15)

КЛАСС ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ НОВОГО УЧЕБНОГО КОРПУСА УНИВЕРСИТЕТА

В.В. Логвиненко

Определен класс энергоэффективности нового учебного корпуса технического университета в первый год эксплуатации на основе фактических теплопотерь. Класс по проекту определен как «С» – нормальный, по фактическим теплопотерям – как «В» – высокий. Определены причины более высокого класса энергоэффективности здания.

Ключевые слова: класс энергетической эффективности, здания, фактические теплопотери.

Одна из наиболее крупных статей затрат тепловой энергии – это затраты на отопление, вентиляцию и кондиционирование жилых и общественных зданий.

В условиях Алтайского края отопление является жизненно важным и необходимым. Однако по данным Госстроя, средний расход тепловой энергии на отопление и снабжение горячей водой в России составляет 74 кг условного топлива на один квадратный метр в год, что в 2-3 раза превышает данные по Европе. Поэтому приоритетными направлениями повышения энергоэффективности являются использование при строительстве и реконструкции зданий эффективной теплоизоляции, снижение теплопотерь через системы вентиляции путём установки теплообменников (рекуператоров), предназначенных для возврата тепла вытяжного воздуха обратно в здание.

В этих условиях важным является строительство пилотных энергоэффективных домов, в Алтайском крае таким домом явился дом в г. Барнауле, улица Смирнова 67. Фото этого дома приведено на рисунке 1.

На строительство энергоэффективного дома в г. Барнауле по улице Смирнова 67 из краевого бюджета было выделено более 21 миллиона рублей [1].



Рисунок 1 – Фото дома в г. Барнауле, улица Смирнова 67

В этом доме учтена меридиональная ориентация здания (расположение светопрозрачных конструкций фасада по ходу движения солнца). Предусмотрены автоматические регуляторы температуры в помещениях, изменена система вентиляции (возможность блокирования системы при отсутствии человека в помещении с целью сокращения теплопотерь через вентиляцию), предусмотрено устройство автономного источника теплоснабжения. Конечно, стоимость строительства такого дома выше стоимости аналогичного дома без применения специального оборудования, однако при эксплуатации дома должны снизиться энергозатраты [1]. Пилотный для Алтайского края проект был реализован в рамках краевой адресной программы

«Переселение граждан из аварийного жилого фонда с учетом необходимости развития малоэтажного строительства».

В жилом доме установлена автономная солнечная энергосистема типа «Сан Энерджи», которая выполняет функцию энергосбережения и обеспечивает автономную работу в случае отключения электричества на объекте. Установленная мощность солнечных модулей 1,5 кВт (9 солнечных модулей ФСМ 170, 24 В), мощность инвертора Xantrex XW4024 4 кВт. По периметру, дом оснащен автономными системами освещения типа «Санлайт», АСО включают в себя солнечные модули ФСМ 165 24 В с программируемыми контроллерами управления света, светодиодные светильники и блок АКБ. Оборудование поставлено компанией «СоларИннТех». При нехватке солнечной энергии включается в работу система теплового насоса либо газовые котлы, причем в зависимости от тарифов на газ и электроэнергию возможна смена приоритетов настройки систем теплоснабжения.

Проектировщиком энергоэффективного дома выступило ООО «Барнаулгражданпроект», генподрядчиком – ООО СПД АО «Алтайстрой» [2].

Был введен в эксплуатацию новый корпус Алтайского государственного технического университета им. И.И. Ползунова. В ходе работы было проведено исследование и анализ фактического теплотребления нового учебно-лабораторного корпуса АлтГТУ им. И.И. Ползунова.

Здание подключено к городским тепловым сетям с параметрами теплоносителя 150-70°C. Присоединение выполнено по независимой схеме через пластинчатый теплообменник. Теплоноситель в системе отопления – вода с параметрами 95-70. Система отопления тупиковая однотрубная, с верхней разводкой подающей магистрали, с насосным побуждением и нижним расположением расширительного бака. В качестве отопительных приборов приняты стальные панельные радиаторы «Rigто» с боковой подводкой. Выпуск воздуха осуществляется автоматически в верхней точке системы отопления. Сброс теплоносителя осуществляется через спускные краны на стояках и в нижних точках системы отопления. Заданный в помещении температурный режим поддерживается автоматически термостатами, установленными на отопительных приборах, однако термоголки на кранах не смонтированы. Система горячего водоснабжения выполнена с циркуляцией

нагретой воды по контуру здания, обеспечивая тем самым снижение потребления как горячей воды, так и теплоносителя.

Автоматикой в системе ГВС служит контроллер Danfoss ECL Comfort 300 в паре с двухходовым вентилем Danfoss VF2 с приводом Danfoss AMV.

В здании предусмотрена общеобменная приточно-вытяжная механическая вентиляция. В помещениях санузлов предусмотрены самостоятельные вытяжные системы. Оборудование приточных систем расположено в подвале, вытяжных – на техническом этаже.

Транзитные воздуховоды покрываются огнезащитным составом с пределом огнестойкости EI30. Воздуховоды, проходящие по техническому этажу изолируются минераловатными матами толщиной 50 мм, с покрытием фольгоизолом. Воздуховоды вентиляционных систем выполняются из тонколистовой оцинкованной стали. В тамбуре главной входной группы предусмотрены две тепловые завесы Aero Wall 170/350-TB (N=53 кВт).

В связи с незадействованием корпуса в учебном процессе в исследуемый период, все теплотребление зафиксированное теплосчетчиком является потреблением только на систему отопления, так как ни система вентиляции ни ГВС в данный период не работали.

Определены характеристики энергоэффективности нового корпуса за отопительный сезон 2011-2012 года на основе суточных показаний тепловычислителя ТЭМ-106, установленного в центральной бойлерной. Часовые показания имелись за период апрель-май 2012 года (более ранние данные не были доступны в связи с ограниченной памятью теплосчетчика).

Также были использованы счета-фактуры за 2010-2011 отопительный сезон по взаиморасчетам ВУЗа с энергоснабжающей организацией (ОАО «Кузбассэнерго»). Данные для исследования конструктивных и инженерных решений при проектировании корпуса были получены из рабочей документации по строительству.

Типичный график почасовой мощности тепловой энергии представлен на рисунке 2. На графике отмечены точки максимума и минимума мощности. Максимальное потребление было зафиксировано теплосчетчиком в шесть утра, что соответствует самой холодной суточной температуре наружного воздуха. Точка минимума зафиксирована в одиннадцать часов утра, что соответствует максимальной температуре за сутки.

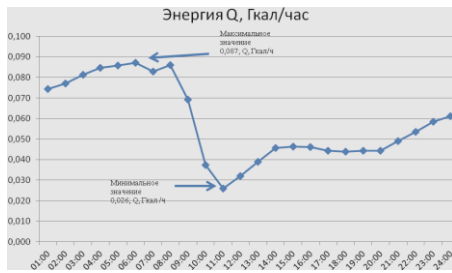


Рисунок 2 – Мощность системы отопления в течении суток



Рисунок 3 – Суточное потребление тепловой энергии

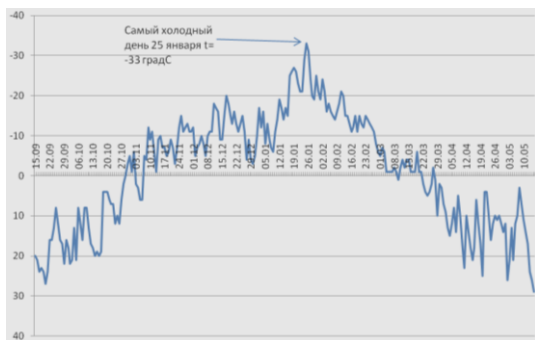


Рисунок 4 – Температура наружного воздуха в отопительный сезон



Рисунок 5 – Потребление тепловой энергии по месяцам

Более наглядную картину о потреблении тепловой энергии учебно-лабораторным корпусом можно получить, используя данные о суточном потреблении. Суточные данные являются накопительной характеристикой часовых данных о потреблении. График расхода тепловой энергии по суткам приведен на рисунке 3. Как видно из графика суточное потребление тепловой энергии за период с 15.09.11 по 15.05.12 резко изменяется из-за больших колебаний температуры наружного воздуха, солнечной радиации и ветра.

Потребление тепла на отопление крайне не равномерно: от 0 до 10,515 Гкал. Среднее значение 3,75 Гкал. С 15.09.11 по 01.10.11 и с 14.04.12 по 15.05.12 отопление не работало. Абсолютный максимум суточного потребления тепловой энергии был зафиксирован 25 января 2012 года и составил 10,515 Гкал за сутки. График 3 наглядно демонстрирует динамику суточного расхода тепловой энергии.

На рисунке 4 показан ход температуры наружного воздуха за отопительный сезон и для зрительного удобства перевернем шкалу температур. Также из графика температуры при сравнении его с графиком суточного потребления видно, что при повышении значений температуры выше +8°C в течении трех суток подряд в весенний период система отопления была отключена. Исследуемый период составил девять месяцев.

Диаграмму месячного потребления тепловой энергии учебно-лабораторным корпусом АлтГТУ приведена на рисунке 5. Стоит отметить, что сентябрь 2011 года и май 2012 отражены на графике только с 15 по 30 и с 1 по 15 соответственно. Но на диаграмме это не отразилось, так как в результате качественного регулирования и высокой плюсовой температуры в эти периоды система отопления была отключена и соответственно потребление тепловой энергии в горячей воде в этот период равны нулю.

В январе, месяце с самой холодной средней температурой наружного воздуха, потребление тепловой энергии на отопление самое высокое и составило 246,677 Гкал за месяц (при среднесуточной температуре -18,58°C). Далее потребление уменьшается, и к маю достигло нуля (при среднесуточной температуре +16,4°C).

Для выяснения пропорций потребления тепловой энергии на протяжении отопительного сезона приведена диаграмма на рисунке 6.

КЛАСС ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ НОВОГО УЧЕБНОГО КОРПУСА
УНИВЕРСИТЕТА

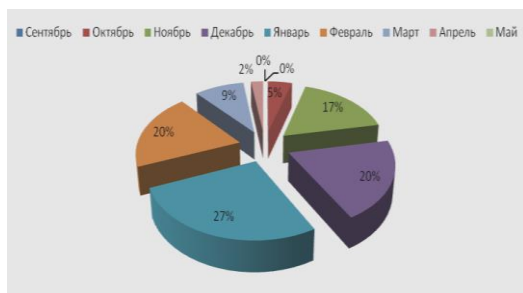


Рисунок 6 – Годовое относительное потребление тепловой энергии по месяцам

Январь занимает первое место по потреблению тепловой энергии и в процентном соотношении составляет 27% от годового потребления. Февраль и декабрь при практически одинаковом количестве тепла на отопление составляют по 20% от годового потребления. Таким образом, зимние месяцы декабрь, январь и февраль в общей сложности занимают 67% годового потребления. На осенние (сентябрь, октябрь, ноябрь) и весенние (март, апрель, май) приходится только 33% от годовой потребности тепловой энергии на отопление. Актуальным является сопоставление фактического теплоснабжения здания по результатам измерений теплосчетчиком, установленным на вводе тепловых сетей в здание с проектным теплоснабжением.

Проектная величина расхода тепловой энергии на отопление здания за отопительный период определится по СНиП 23-02

$$Q_{y-h} = (Q_h - (Q_{int} + Q_s) \cdot \vartheta) \cdot \beta h, \quad (1)$$

где Q_h – общие теплотери здания за отопительный период

$$Q_h = 0,0864 \cdot K_m \cdot D_d \cdot A_{sum-e}, \quad (2)$$

K_m – общий коэффициент теплопередачи здания, равен 1,74 Вт/м²·°С; D_d – градусо-сутки отопительного периода, равный 6343 (по ТСН 23-325 таблица 3.3) для г. Барнула.

Удельные бытовые тепловыделения q_{int} (Вт/м²) установлены 10 Вт/м².

$$Q_{int} = 0,0864 \cdot q_{int} \cdot z_{ht} \cdot A_l, \quad (3)$$

A_l – для общественных зданий – расчетная площадь, определяемая как сумма всех помещений, за исключением коридоров, переходов, лестничных клеток, лифтовых шахт, внутренних открытых лестниц и пандусов. В

учебно-лабораторном корпусе $A_l = 7484,10$ м².

Тогда

$$Q_{int} = 0,0864 \cdot 10 \cdot 221 \cdot 7484,1 = 1429044 \text{ МДж}. \quad (4)$$

Далее рассчитываем Q_s

$$Q_s = \tau F \cdot kF \cdot (AF1 \cdot I_1 + AF2 \cdot I_2 + AF3 \cdot I_3 + AF4 \cdot I_4), \quad (5)$$

где $\tau F = 0,75$ (по ТСН 23-325, таблица 3.6) – коэффициент, учитывающий затемнение светового проема окон непрозрачными элементами; $kF = 0,83$ (по ТСН 23-325, таблица 3.6) – коэффициент относительного пропускания солнечной радиации для светопропускающих заполнений окон; $AF1, AF2, AF3, AF4$ – площади светопроемов здания, ориентированные по четырем направлениям $AF1 = 485,22$ м², $AF2 = 238,14$ м², $AF3 = 207,08$ м², $AF4 = 331,38$ м². I_1, I_2, I_3, I_4 – средняя за отопительный период величина солнечной радиации на вертикальные поверхности при действительных условиях облачности, ориентированная по четырем фасадам здания, для условий г. Барнаула (по ТСН 23-325): $I_1 = 2007$ МДж/м², $I_2 = 2007$ МДж/м², $I_3 = 980$ МДж/м², $I_4 = 980$ МДж/м².

Получаем

$$Q_s = 0,75 \cdot 0,83 \cdot (485,22 \cdot 2007 + 238,14 \cdot 2007 + 207,08 \cdot 980 + 331,38 \cdot 980) = 1232223 \text{ МДж}, \quad (6)$$

где ν – коэффициент снижения теплопоступлений за счет тепловой инерции ограждающих конструкций. СНиП 23-02 рекомендует принять $\nu = 0,8$, $\beta h = 1,07$.

Тогда с учетом всех коэффициентов проектный расход тепловой энергии на отопление здания за отопительный период

$$Q_{y-h} = ((0,0864 \cdot 1,74 \cdot 6343 \cdot 7902,82) - (1429044 + 1232223) \cdot 0,8) \cdot 1,11 = 6001734 \text{ МДж} = 1433 \text{ Гкал}. \quad (7)$$

Расчетный удельный расход тепловой энергии на отопление здания за отопительный период (кДж/м³·°С·сут),

$$q_{des-h} = \frac{1000 \cdot Q_{y-h}}{(V_h \cdot D_d)} = 28,16, \quad (8)$$

где V_h – отапливаемый объем здания.

Теплопотребление, зафиксированное теплосчетчиком за год, составило 915 Гкал. Это на 518 Гкал меньше проектного, но в исследуемый отопительный сезон корпус не был задействован в учебном процессе и температура в его помещениях на протяжении сезона поддерживалась на уровне не более 18°C.

Удельный фактический расход тепловой энергии на отопление здания составляет

$$q_{des-h} = \frac{1000 \cdot Q_f}{V_h \cdot D_d} = 17,97 \text{ Дж} / \text{м}^3 \cdot \text{°C} \cdot \text{сут.} \quad (9)$$

Теплоэнергетические показатели учебно-лабораторного корпуса АлтГТУ приведены в таблице 1. На рисунке 7 приведены нормируемые, проектные и фактические показатели удельного расхода тепловой энергии на отопление нового корпуса. Сопоставление показывает, что в условиях первого года эксплуатации нового корпуса без ввода его в учебный процесс удельный расход тепловой энергии на отопление оказался меньше и проектного и нормируемого.

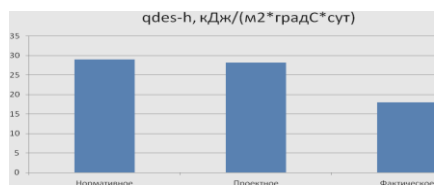


Рисунок 7 – Нормируемые, проектные и фактические показатели удельного расхода тепловой энергии на отопление нового корпуса

Таблица 1

Теплоэнергетические показатели				
Показатель	Обозначение и размерность	Нормативное значение	Расчетное (проектное) значение	Фактическое значение
Общие теплопотери через ограждающую оболочку здания за отопительный период	Qh, МДж	-	7535981	7535981
Удельное бытовое тепловыделение в здании	qint, Вт/м²	10,0	10,0	-
Бытовые теплопоступления в здание за отопительный период	Qint, МДж	-	1429044	-
Теплопоступления в здание от солнечной радиации за отопительный период	Qs, МДж	-	1232223	-
Потребность в тепловой энергии на отопление здания за отопительный период	Qy-h, МДж	-	6001734	3831000
Удельный расход тепловой энергии на отопление здания	qdes-h, кДж/(м³·°C·сут)	29	28,16	17,97

Класс энергоэффективности здания определяется исходя из величины отклонения фактического удельного расхода тепловой энергии на отопление здания от нормируемого значения в соответствии с Постановлением Правительства РФ №18 от 25.01.2011 «Об утверждении правил установления требований энергетической эффективности для зданий, строений, сооружений и требований к правилам определения класса энергетической эффективности многоквартирных домов» и Приказом Минрегионразвития РФ №161 от 8.04.2011 «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 зданий определяется по результатам:

- оценки архитектурных, функционально-технологических, конструктивных и инженерно-технических решений, реализованных в здании;

- установления показателей, характеризующих годовые удельные величины расхода энергетических ресурсов, в том числе с использованием инструментальных или расчетных методов;

- величины отклонения фактического значения удельного расхода энергетических ресурсов от нормируемого уровня, устанавливаемого требованиями энергетической эффективности зданий, строений, сооружений.

Установлены следующие классы энергетической эффективности:

Для новых и реконструируемых зданий:

А – наивысший (отклонение удельного показателя энергоэффективности по сравнению с базовым менее -45%).

В++, В+ – повышенные (отклонение от -26 до -45%).

В – высокий (от -11 до -25%).

С – нормальный (от +5 до -10%).

Для существующих зданий:

D – пониженный (от +6 до +50%).

E – низкий (более +51%)

Исходя из результатов расчетов и фактических данных о показателях удельного расхода тепловой энергии на отопление здания, можно сделать вывод, что по проектному архитектурно-планировочному решению здание учебно-лабораторного корпуса АлтГТУ относилось бы к классу энергоэффективности «С» – нормальный. Но если оценить фактическое отклонение удельного расхода тепловой энергии на отопление здания, (оно составляет 11,03 кДж/м³·°С·сут), то здание попадает в класс энергоэффективности «В» – высокий.

Эти показатели достигнуты за счет следующих энергосберегающих мероприятий:

- в качестве утеплителя используются эффективные теплоизоляционные материалы с коэффициентом теплопроводности 0,045 Вт/(м²·°С) и менее;

- в здании устанавливаются эффективные стеклопакеты с высоким сопротивлением теплопередаче;

- в здании предусматривается приточно-вытяжная вентиляция;

- устроены тамбурные помещения за входными дверями в помещениях общественного назначения с устройством воздушно-тепловых завес.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. http://www.inform22.ru/leftmenu/action/action_14.html. Дата публикации: 7-12-2010 г.
2. <http://www.sdelanounas.ru/blogs/4197/>.

Логвиненко В.В. – к.т.н., доцент, Алтайский государственный технический университет, E-mail: logvinvv@mail.ru.

УДК 681.3.06:378.11

АНАЛИЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ СТОИМОСТИ ЖИЛОЙ НЕДВИЖИМОСТИ

Л.В. Лютова

В статье приведен подробный анализ существующих методов оценки жилой недвижимости. Рассмотрены классические методики оценки и приведены новые алгоритмы. Также представлена разработанная автором концепция оценки жилой недвижимости на базе гибридных экспертных систем.

Ключевые слова: жилая недвижимость, методы оценки жилой недвижимости, экспертные гибридные системы.

ВВЕДЕНИЕ

На сегодняшний день оценка объектов недвижимости осуществляется с учетом того, что любая недвижимость представляет собой определенный товар. Несмотря на то, что оценка недвижимости – это наиболее распространенный вид оценки, в то же время он остается наиболее сложным и ответственным, т.к. на стоимость недвижимости влияет огромное количество факторов – и месторасположение, и конструктивные особенности, и доступность, и техническое состояние. Но кроме этого есть дополнительные факторы, правильно учесть которые в оценке недвижимости могут только профессионалы высо-

кого уровня. Это сложные инженерные системы и оборудование, неотъемлемые от объекта и отличающие его от прочих аналогов, это историческая или культурная ценность, рыночные факторы спроса и предложения и многое другое. К тому же методологическая база оценочной деятельности характеризуется высокой степенью динамичности в соответствии с процессами на микро- и макроэкономическом уровнях.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

В современных условиях рынка независимая оценка стоимости жилой недвижимости необходима: для получения кредита (ипо-