

УДК 621.1

ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ОБСЛЕДОВАНИЯ ТЕПЛОПОТРЕБЛЕНИЯ ПРИ РАЗРАБОТКЕ КОМПЛЕКСНОГО ПЛАНА ПО ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЮ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

Э.А. Лагерева

Брянский государственный университет им. акад. И.Г.Петровского

Представлена методика проведения обследования теплотребления при разработке комплексного плана по энергосбережению образовательного учреждения высшего образования. Приведены результаты натурных исследований теплотребления одного из образовательных учреждений г. Брянска. В ходе обследования были выполнены исследования температурно-влажностного и воздушного режима помещений, термографическая съемка наружных ограждений зданий, проведен анализ данных теплосчетчиков. Построены действительные температурные графики обследованных зданий, полученные путем обработки экспериментальных данных с помощью метода наименьших квадратов. Построены графики действительных и теоретических расходов теплоты ежедневно в течение всего отопительного периода. Предложены конкретные мероприятия, позволяющие повысить эффективность работы системы теплоснабжения образовательного учреждения.

Ключевые слова: энергосбережение, система отопления, температура внутреннего воздуха в помещении, сопротивление теплопередаче наружных стен, расход теплоты в системе отопления.

В настоящее время в соответствии с [1] предусмотрено ежегодное снижение потребление энергоресурсов бюджетными организациями на 3%. Поэтому исследование возможностей и разработка мероприятий по энергоснабжению для образовательных учреждений высшего образования является актуальной задачей, так как они, как правило, эксплуатируют достаточно большое число зданий и сооружений различного назначения – учебные и учебно-лабораторные корпуса, научно-исследовательские, производственно-технические и складские здания, общежития, крытые спортивные сооружения, социальные и культурно-массовые объекты и др.

Основными потребителями энергоресурсов в образовательных учреждениях являются:

- системы электроснабжения, обеспечивающие подачу электрической энергии к системам освещения зданий, вычислительной технике, лабораторному и офисному оборудованию;
- системы теплоснабжения, обеспечивающие подачу тепловой энергии к системам отопления и вентиляции, а также на нужды горячего водоснабжения.

Как правило, программы по энергосбережению образовательных учреждений содержат мероприятия по снижению потребления электрической энергии, предполагающих установку энергосберегающих светильников, менее энергоемких приборов и лабораторного оборудования и т.д. Однако наибольшая часть коммунальных расходов учреждения приходится на оплату за потребленную тепловую, а не электрическую энергию. Поэтому для достижения максимального эффекта по энергосбережению необходимо разрабатывать комплексные программы, направленные одновременно на обеспечение эффективности снабжения и потребления электрических и тепловых энергоресурсов.

Очевидно, началу разработки такой программы должно предшествовать всестороннее энергетическое обследование всех зданий и сооружений образовательного учреждения. Это позволяет в дальнейшем провести анализ и определить наиболее значимые источники энергопотерь, которые и должны являться приоритетной целью при формировании комплекса энергосберегающих мероприятий и разработки ресурсно-сетевого графика их реализации. При проведении энергетического обследования образовательного учреждения и выявления качественных и количественных особенностей теплотребления необходимо выполнять следующие виды работ:

- исследование температурно-влажностного и воздушного режима помещений учреждения;
- термографическую съемку наружных ограждений зданий и сооружений;
- анализ данных теплосчетчиков, установленных на абонентских вводах зданий и сооружений, ежедневно в течение всего отопительного периода.

В данной работе представлены результаты натурных исследований теплотребления одного из образовательных учреждений высшего образования г. Брянска. По назначению и числу зданий и сооружений, входящий в его состав, площади помещений и контингенту обучающихся обследованное образовательное учреждение можно считать достаточно типичным среди российских региональных вузов.

Исследование температурно-влажностного режима проводилось в учебных корпусах А, Б и В, так как их абонентские вводы оборудованы узлами учета потребляемой тепловой энергии. Особый интерес эти корпуса представляют с точки зрения оценки возможного влияния их конструктивных отличий в архитектурно-планировочных решениях на качественные и количественные параметры теплотребления, так как они были построены в различные периоды: учебный корпус А – более 100 лет назад, Б – приблизительно 50 лет назад, В – 10 лет назад. Все учебные корпуса имеют примерно равную площадь помещений, составляющую 9...10 тыс. м².

Построенный по индивидуальному проекту учебный корпус А имеет кирпичные стены, оштукатуренные с внутренней стороны, деревянные перекрытия, частично деревянные пустотелые и частично кирпичные перегородки, металлическую четырехскатную крышу по деревянной обрешетке, чердак и подвал. Построенный по типовому проекту учебный корпус Б имеет кирпичные стены и перегородки, железобетонные перекрытия, совмещенную мягкую кровлю и подвал. Построенный по индивидуальному проекту учебный корпус В имеет кирпичные стены, железобетонные перекрытия, металлическая кровля, чердак с металлическими конструкциями.

При проведении исследований использовалось следующее оборудование:

- полностью радиометрический тепловизор «Fluke IR FlexCam Ti40»;
- лазерный пирометр «С.Е.М. DT-8859»;
- измеритель температуры и влажности «С.Е.М. DT-616СТ»;
- термоанемометр «С.Е.М. DT-8894».

Для автоматизации необходимых теплотехнических расчетов систем теплоснабжения обследованных корпусов использовался специализированный программный комплекс *HeatSupply* [2].

Согласно классификации помещений общественного и административного назначения [3] общежития обследуемого образовательного учреждения относятся к помещениям 1-й категории, а учебные корпуса – к помещениям 2-й категории. Допустимая температура внутреннего воздуха в помещениях данных категорий лежит в интервале 18...23°C [3].

На рис. 1 представлены результаты измерения температуры внутреннего воздуха в учебных корпусах.

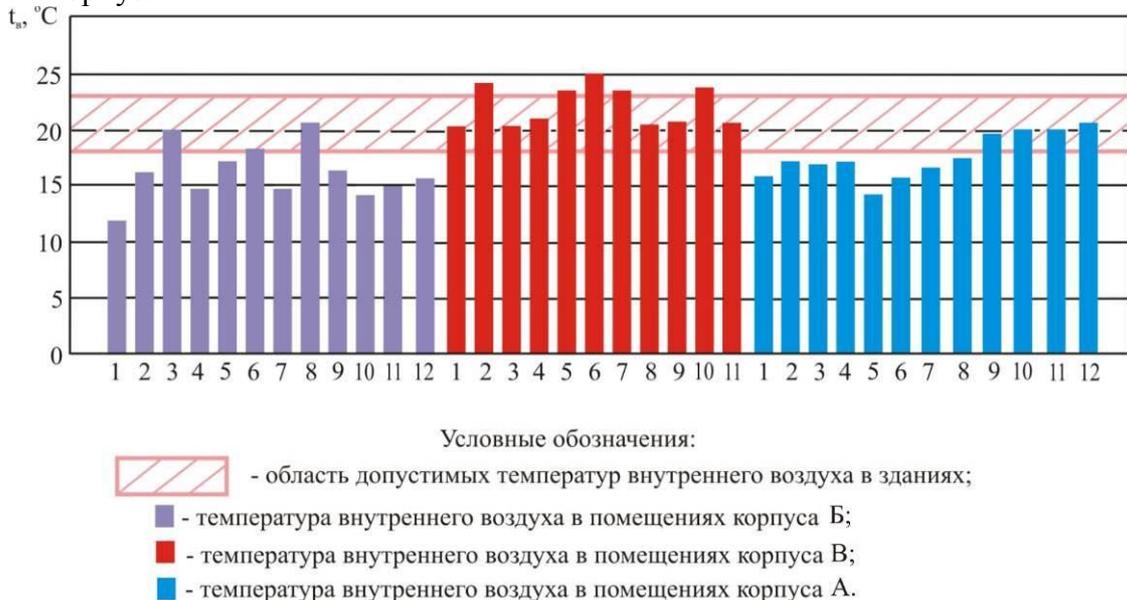


Рис. 1. Температуры внутреннего воздуха в учебных корпусах образовательного учреждения

Измерения проводились в аудиториях, расположенных на разных этажах корпусов и ориентированных по разным сторонам света, в нерабочее время, когда температура внутри помещений поддерживалась только за счет систем отопления без дополнительного прогрева помещений с помощью электронагревателей. В независимости от температуры наружного воздуха отопительного периода сохранялось одинаковое соотношение температурного режима в зданиях. В корпусе Б только в трех аудиториях температура внутреннего воздуха соответствовала нормативным значениям. В остальных аудиториях температура внутреннего воздуха была ниже нормы. В четырех аудиториях температура воздуха была ниже 15°C , что недопустимо. В корпусе А лишь в четырех аудиториях поддерживалась температура внутреннего воздуха, удовлетворяющая нормативным требованиям. Это связано с тем, что в указанных помещениях был произведен ремонт стен с заменой старых окон в деревянных переплетах на стеклопакеты. В остальных восьми обследованных аудиториях наблюдалась пониженная температура внутреннего воздуха. При температуре наружного воздуха -20°C в некоторых аудиториях корпуса в утренние часы перед началом работы температура воздуха опускалась до 11°C . В то же время в корпусе В в шести аудиториях из обследованных одиннадцати температура внутреннего воздуха соответствовала нормам. В остальных пяти аудиториях наблюдалось превышение допустимой температуры на $3...5^{\circ}\text{C}$, несмотря на то, что в некоторых аудиториях часть стояков отопления и присоединенных отопительных приборов были холодными, т.е. наблюдалось завоздушивание систем отопления. Таким образом, в учебных корпусах учреждения не обеспечиваются - нормируемый температурный режим воздуха в отапливаемых помещениях с соблюдением требуемой кратности воздухообмена и соответствие затраченной теплоты расчетным тепловым потерям здания.

Для города Брянска согласно [5] расчетная температура наружного воздуха в холодный период года принята равной $t_{\text{но}} = -24^{\circ}\text{C}$, отопительный период составляет 199 суток, средняя температура наружного воздуха за этот период $t_{\text{н}}^{\text{cp}} = -2^{\circ}\text{C}$. Тогда нормируемое значение приведенного сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций для исследуемых зданий при градусо-сутках отопительного периода $GCOП = 4378^{\circ}\text{C}\cdot\text{сут}/\text{год}$ будет равно $R_o^{\text{норм}} = 2,9 \text{ м}^2\cdot^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$ [4].

Тепловизионное обследование зданий показало, что сопротивление теплопередаче наружных стен соответствует нормируемому только в корпусе В, построенном 10 лет назад. Для остальных зданий оно ниже нормируемого значения и находится в пределах $0,81...2,01 \text{ м}^2\cdot^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$. Это объясняется тем, что здания были спроектированы и построены в соответствии с устаревшими к настоящему времени нормативными документами, регламентирующими значение требуемого сопротивления теплопередаче в два раза ниже по сравнению с ныне действующими нормами. Кроме того, вследствие физического износа и ухудшения теплотехнических качеств наружных ограждений зданий происходит увеличение тепловых потерь через наружные ограждения и инфильтрации наружного воздуха через неплотности и щели. Особенно это характерно для корпуса А, построенного более 100 лет назад и имеющего статус памятника архитектуры регионального значения. Отсутствие капитального ремонта корпуса А привело к тому, что значение сопротивления теплопередаче наружных стен не соответствует заниженному нормируемому значению для зданий, для которых по архитектурным или историческим причинам невозможно утепление стен снаружи, и равному $R_o^{\text{норм}} = 1,62 \text{ м}^2\cdot^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$ [4].

Термограммы показывают, что пониженное сопротивление теплопередаче, как правило, имеют следующие участки наружных ограждений обследуемых зданий:

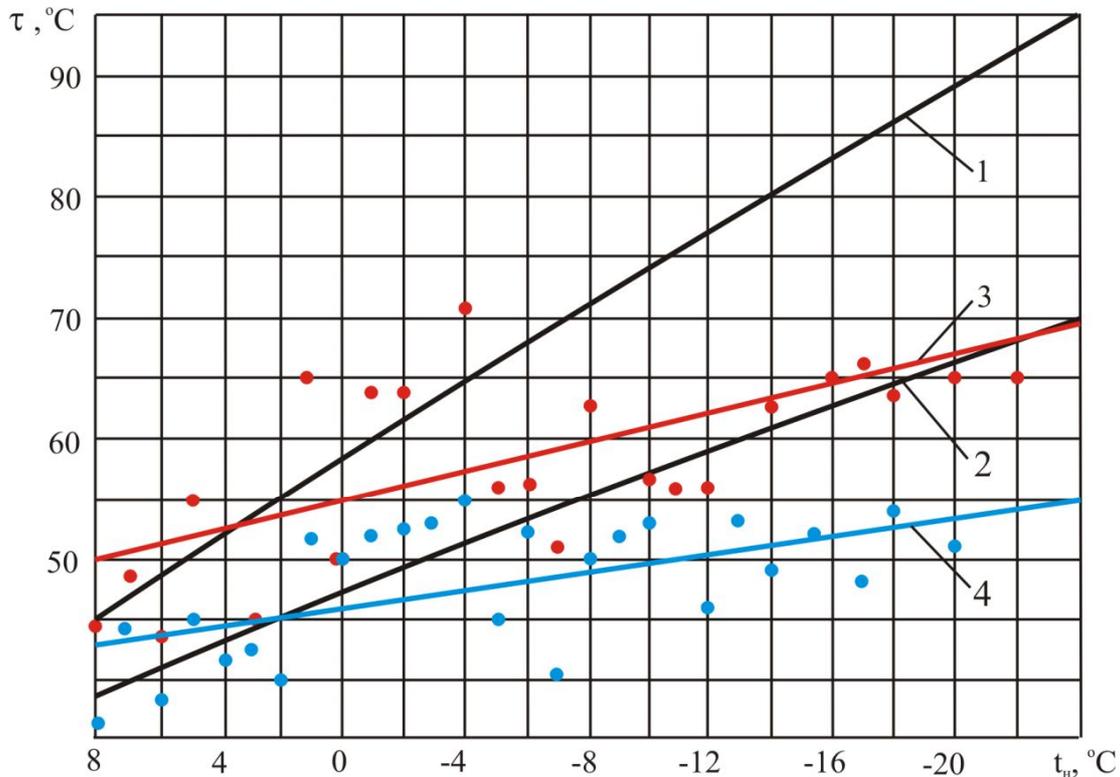
- нижние части стен в местах их примыкания к фундаменту;
- верхние участки стен возле крыши;
- стыки ограждающих конструкций фасадов здания.

Локальные области повышенной температуры выявлены на термограммах фасадов зданий в районе установки отопительных приборов.

Кроме того, потери теплоты наблюдаются через не оборудованные тамбурами входные двери, выходящие во двор корпусов, и старые окна в деревянных переплетах. Кроме щелевых отверстий по периметру оконной рамы большие межстекольные расстояния обуславливают циркуляцию воздуха между стеклами, что приводит к дополнительным тепловым потерям. Доступ холодного воздуха в помещения происходит также через центральные входные двери, так как наблюдается большой поток студентов во время перерывов и после окончания занятий. Это приводит к дополнительным сверхнормативным потерям теплоты.

Анализ данных теплосчетчиков, с помощью которых проводилось документирование параметров теплоносителя, позволил оценить реальные тепловые потоки, поступающие в систему отопления рассматриваемых корпусов. Показания теплосчетчиков регистрировались в течение всего отопительного периода.

На рис. 2 представлены результаты измерения температур сетевой воды на входе в систему отопления учебного корпуса А и на выходе после системы отопления в тепловую сеть.



Условные обозначения:

- - температура сетевой воды на входе в систему отопления корпуса по показаниям теплосчетчика;
- - температура сетевой воды на выходе из системы отопления корпуса по показаниям теплосчетчика;

Рис. 2. Температурные графики для корпуса А:

1, 2 – температуры сетевой воды на входе в систему отопления и на выходе из нее соответственно при центральном качественном регулировании тепловой нагрузки по расчету; 3, 4 – то же по данным теплосчетчика.

Как видно из рис. 2, в интервале температур наружного воздуха от 8 до 4°C наблюдалось превышение температуры теплоносителя над расчетными значениями. Это связано с тем, что параллельно с системами отопления к сетям присоединены системы горячего водоснабжения, не допускающие снижения температуры теплоносителя в подающей линии сети ниже 65...70°C, и в этом интервале температур по правилам регулирования тепловых нагрузок должно осуществляться количественное местное подрегулирование системы отопления.

Изменение расхода теплоносителя в корпусе не проводилось, Однако на температуру внутреннего воздуха это заметно не повлияло и она по-прежнему была ниже нормативного значения.

При более низких температурах наружного воздуха температура теплоносителя на входе в местную систему была ниже требуемой. При самой низкой температуре наружного воздуха за период исследований $t_n = -20^\circ\text{C}$ расхождение между расчетной и действительной температурами теплоносителя на входе в отопительные системы составляло 24°C или 27%.

Централизованное теплоснабжение образовательного учреждения осуществляется от квартальной котельной, оборудованной переведенными в водогрейный режим котлами ДКВР-2,5-14. Расчетный температурный график тепловой сети - $95/70^\circ\text{C}$. При непосредственном присоединении систем водяного отопления к тепловой сети при центральном качественном регулировании отопительной нагрузки расход теплоносителя остается постоянным, а температуры сетевой воды на входе в систему отопления τ_1 , $^\circ\text{C}$, после нее τ_2 , $^\circ\text{C}$, рассчитываются по формулам

$$\begin{aligned}\tau_1 &= t_g^p + \overline{\Delta t_{np}^p} \overline{Q_o}^{0,8} + 0,5\delta\tau^p \overline{Q_o}, \\ \tau_2 &= t_g^p + \overline{\Delta t_{np}^p} \overline{Q_o}^{0,8} - 0,5\delta\tau^p \overline{Q_o},\end{aligned}$$

где t_g^p - расчетная температура воздуха в помещении, $^\circ\text{C}$; $\overline{\Delta t_{np}^p} = (\tau_1^p + \tau_2^p) / 2 - t_g^p$ - расчетный температурный напор в отопительном приборе, $^\circ\text{C}$; $\overline{Q_o} = Q_o / Q_o^p = (\tau_g^p - \tau_n) / (\tau_g^p - \tau_{no})$ - относительная отопительная нагрузка; $\delta\tau^p = \tau_1^p - \tau_2^p$ - расчетный перепад температур сетевой воды, $^\circ\text{C}$; τ_1^p , τ_2^p - расчетные температуры сетевой воды в подающем и обратном трубопроводах тепловой сети, $^\circ\text{C}$; t_n - температура наружного воздуха, $^\circ\text{C}$.

С учетом реальных параметров работы тепловой сети ($\tau_1^p = 95^\circ\text{C}$, $\tau_2^p = 70^\circ\text{C}$, $t_g^p = 20^\circ\text{C}$, $t_{no} = -24^\circ\text{C}$) указанные формулы будут иметь вид

$$\begin{aligned}\tau_1 &= 20 + (82,5 - t_g^p) \left(\frac{20 - t_n}{44} \right)^{0,8} + 0,284(20 - t_n), \\ \tau_2 &= 20 + (82,5 - t_g^p) \left(\frac{20 - t_n}{44} \right)^{0,8} - 0,284(20 - t_n).\end{aligned}\tag{1}$$

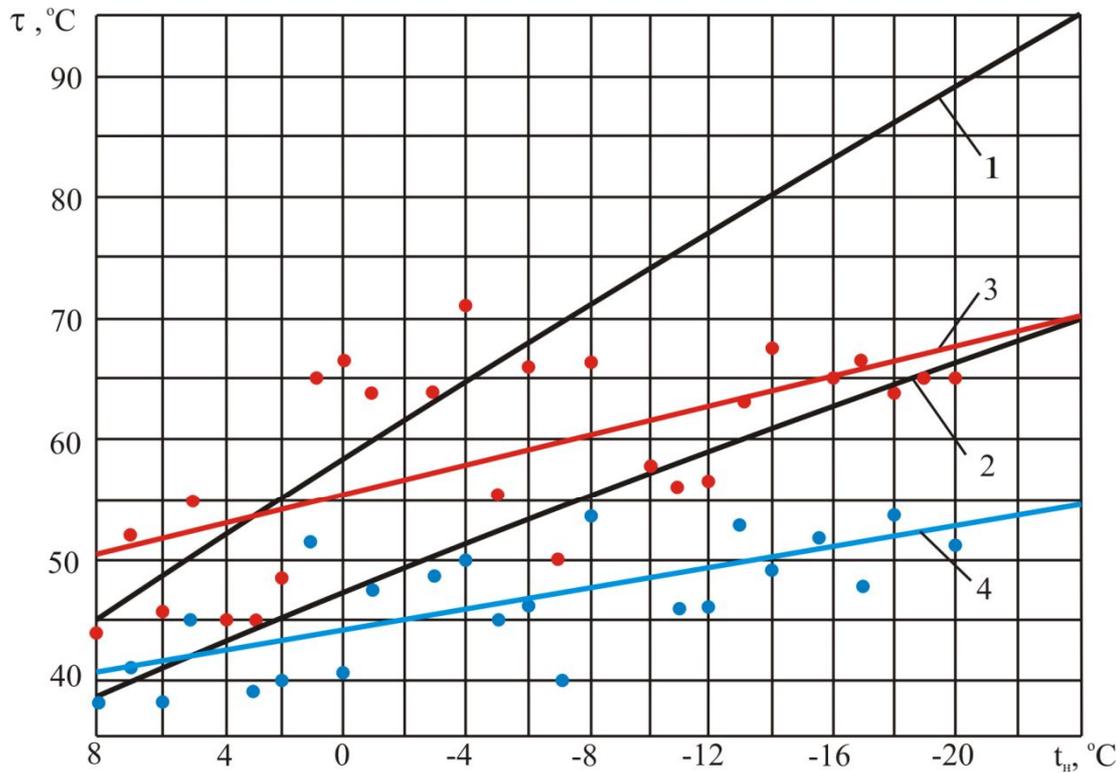
На рис. 2 представлены температурные графики, рассчитанные по формулам (1). Там же приведены действительные опытные температурные графики, построенные с помощью метода наименьших квадратов по полученным экспериментальным данным. Характеризующие указанные температурные графики уравнения линейной регрессии имеют вид

$$\begin{aligned}\tau_{1A}^o &= 54,81 - 0,607t_n, \\ \tau_{2A}^o &= 46,18 - 0,377t_n.\end{aligned}$$

Согласно действительным температурным графикам, в реальных условиях практически на протяжении всего отопительного периода тепловая сеть работала по заниженному температурному графику вида $70/55^\circ\text{C}$, так как оборудование котельной не способно было обеспечить требуемые параметры теплоносителя по температуре. Дополнительные тепловые потери и снижение температуры теплоносителя также происходили при транспортировке теплоносителя по старым, изношенным тепловым сетям с нарушенной теплоизоляцией.

Аналогичные температурные графики, полученные для корпуса Б, приведены на рис. 3. Действительные опытные температурные графики в этом случае рассчитывались по уравнениям линейной регрессии вида

$$\begin{aligned}\tau_{1B}^o &= 55,77 - 0,622t_n, \\ \tau_{2B}^o &= 44,55 - 0,423t_n.\end{aligned}$$



Условные обозначения:

- - температура сетевой воды на входе в систему отопления корпуса по показаниям теплосчетчика;
- - температура сетевой воды на выходе из системы отопления корпуса по показаниям теплосчетчика;

Рис. 3. Температурные графики для корпуса Б:

1, 2 – температуры сетевой воды на входе в систему отопления и на выходе из нее соответственно при центральном качественном регулировании тепловой нагрузки по расчету; 3, 4 – то же по данным теплосчетчика.

Немаловажным фактом является и то, что системы отопления в корпусах длительное время эксплуатируются без промывки, что привело к нарушению теплосъема в помещениях. Как видно из графиков, разница температур в подающей и обратной линиях в течение всего отопительного периода практически одинакова и не соответствует расчетной.

В более выгодном положении находится корпус В, имеющий наименьший срок эксплуатации по сравнению с корпусами А и Б. Как видно из рис. 4, температура теплоносителя на входе в систему отопления была выше, чем в корпусах А и Б. При температуре наружного воздуха $t_n = -20^\circ\text{C}$ расхождение между расчетной и действительной температурами теплоносителя на входе в отопительные системы составляло 18°C или 20%. Действительные температурные графики для корпуса В рассчитывались по уравнениям линейной регрессии вида

$$\tau_{1B}^{\circ} = 58,63 - 0,578t_n,$$

$$\tau_{2B}^{\circ} = 52,91 - 0,294t_n.$$

В ходе обработки данных теплосчетчиков в учебных корпусах А, Б и В также были построены кривые действительных расходов теплоты ежедневно в течение всего отопительного периода, представленные на рис. 5. Для сравнения на графиках приведены теоретические кривые, характеризующие потребность зданий в тепловой энергии на отопление, которые строилась по рассчитанным тепловым нагрузкам в соответствии с температурой наружного воздуха по данным метеослужбы за рассматриваемый период.

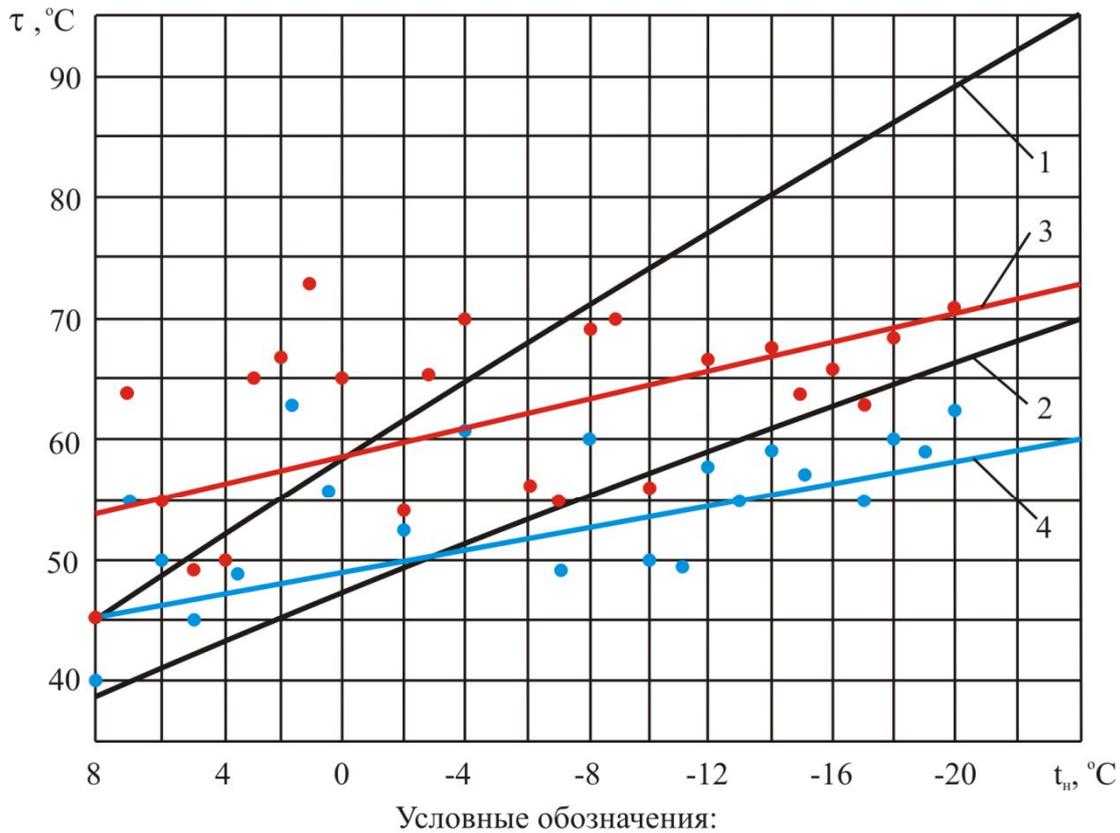


Рис. 4. Температурные графики для корпуса В:

1, 2 – температуры сетевой воды на входе в систему отопления и на выходе из нее соответственно при центральном качественном регулировании тепловой нагрузки по расчету; 3, 4 – то же по данным теплосчетчика.

Для каждого корпуса определялся измеренный за отопительный период расход теплоты в системах отопления $Q_{о год}^{изм}$, ГДж, который затем пересчитывался на нормализованный отопительный период по формуле

$$Q_{о год}^{изм.пер.} = \frac{Q_{о год}^{изм} \cdot ГСПО}{z(t_{вз} - t_{нз})},$$

где $t_{вз}$ – средняя температура внутреннего воздуха за отопительный период, °C (принималась для корпусов А и Б по нижнему значению оптимальных параметров согласно [6] на территориях с $t_{но} \leq -30^{\circ}C$ равной $t_{вз} = 21^{\circ}C$; для корпуса В при явном перегреве здания $t_{вз} = 22^{\circ}C$); $t_{нз}$ – средняя температура наружного воздуха за отопительный период, °C; z – продолжительность отопительного периода, сут.

Результаты расчета расходов теплоты в системах отопления учебных корпусов приведены в таблице. Как следует из данных таблицы, для учебных корпусов А и Б пересчитанный на нормализованный отопительный период расход теплоты ниже требуемого. Это означает, что в здания поступает сниженное количество теплоты за счет низкой температуры теплоносителя, особенно в холодные месяцы отопительного сезона.

Для корпуса В измеренное и пересчитанное на нормализованный отопительный период значение расхода теплоты выше требуемого. Это означает, что в здание поступает избыточное количество теплоты и оно испытывает перегрев. Причиной несоответствия является

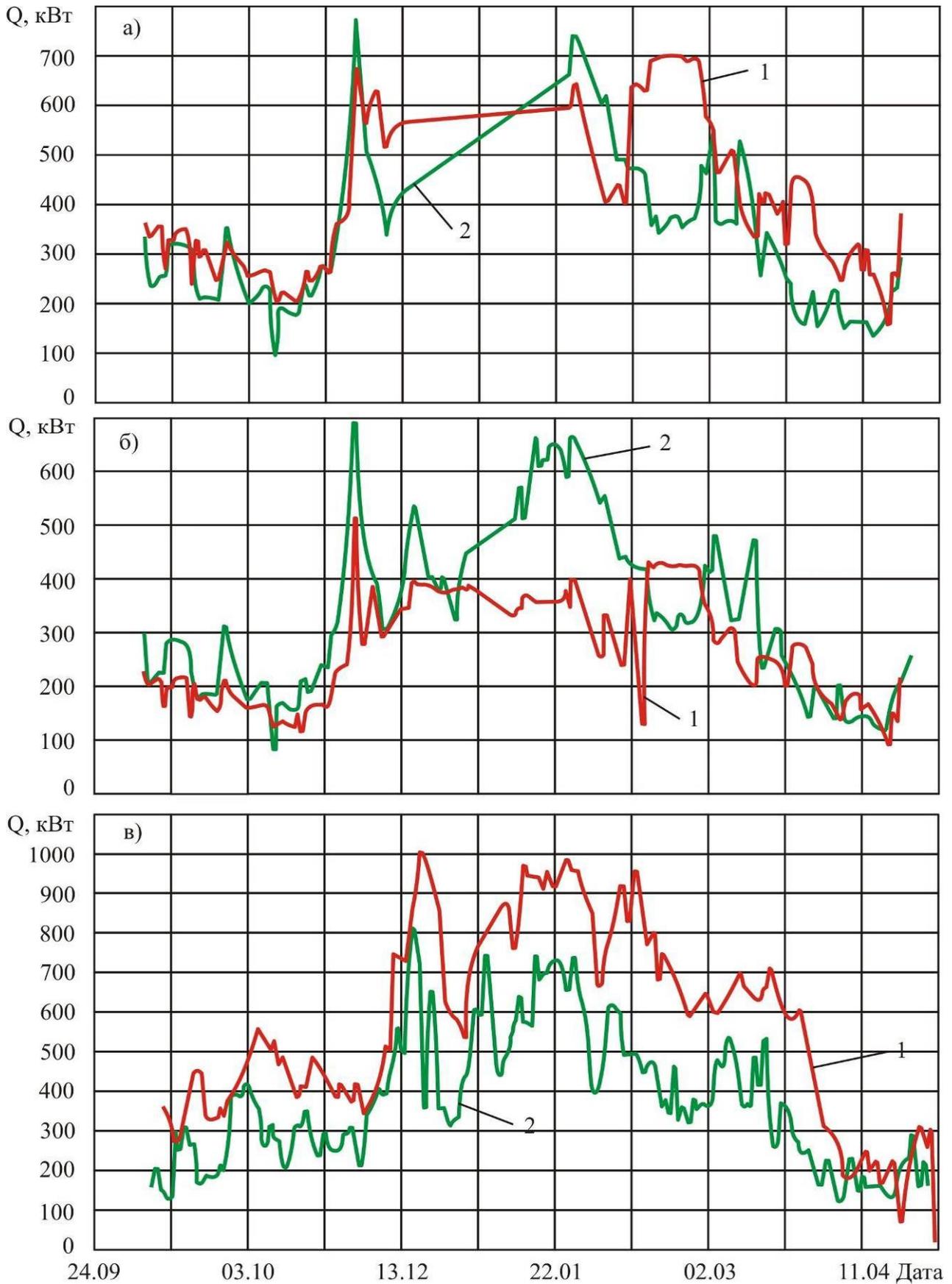


Рис. 5. Расход теплоты системами отопления за отопительный период:
 а – учебный корпус А; б – учебный корпус Б; в – учебный корпус В
 (1 – действительный расход, 2 – теоретический расход)

Таблица

Расходы теплоты в системах отопления учебных корпусов

Корпус	Расходы теплоты в системах отопления				
	расчетный, кВт	действительный максимальный, кВт	за отопительный период по расчету, ГДж	действительный за отопительный период, ГДж	пересчитанный на нормализованный отопительный период, ГДж
А	856,5	770	7737	7496,06	7170,15
Б	765,1	690	6911	4713,12	4508,20
В	863,7	1005	7802	10155,46	9309,17

завышенный расход теплоносителя, циркулирующего в системе отопления, который позволяет при заниженной температуре теплоносителя поддерживать в помещениях корпуса температуру воздуха выше нормативной.

Для корпуса В измеренное и пересчитанное на нормализованный отопительный период значение расхода теплоты выше требуемого. Это означает, что в здание поступает избыточное количество теплоты и оно испытывает перегрев. Причиной несоответствия является завышенный расход теплоносителя, циркулирующего в системе отопления, который позволяет при заниженной температуре теплоносителя поддерживать в помещениях корпуса температуру воздуха выше нормативной.

Проведенные ранее теплоэнергетические исследования других объектов [7, 8] также показывали, что совпадение действительной и теоретической тепловых нагрузок систем отопления наблюдается крайне редко. Для большинства зданий расхождение составляет 15...25%. Причем для новых зданий характерно значительное превышение действительного расхода теплоты на отопление над теоретическим расходом в течение всего отопительного периода. В зданиях, имеющих значительный срок эксплуатации, наблюдается недостаток теплоты, особенно в наиболее холодные месяцы отопительного периода.

Теплоэнергетическое обследование зданий показало неудовлетворительное состояние всей системы теплоснабжения образовательного учреждения. Для реализации энергосберегающей и энергоэффективной работы необходимо провести реконструкцию системы теплоснабжения в целом.

В соответствии с результатами проведенной тепловизионной диагностики рекомендуется проведение следующих мероприятий по повышению энергоэффективности зданий:

- облицовка стен зданий, имеющих значительный срок эксплуатации, теплоизоляционными материалами для обеспечения требуемых значений сопротивления теплопередаче наружных ограждений;
- монтаж в помещениях теплоотражающих экранов за радиаторами системы отопления, предотвращающих потери теплоты через ограждающую конструкцию;
- замена старых окон в деревянных переплетах пластиковыми стеклопакетами;
- оборудование входных дверей тамбурами и воздушными завесами.

В системах отопления корпусов А и Б необходимо обеспечить нормальную циркуляцию воды. Для этого следует произвести промывку систем отопления, при необходимости заменить старые отопительные приборы новыми.

В корпусе В на отопительные приборы следует установить краны для регулирования их теплоотдачи в целях обеспечения требуемой температуры воздуха в помещениях, где температура внутреннего воздуха превышает допустимую величину.

Во всех зданиях образовательного учреждения должны быть установлены средства автоматизации на вводе в здание и в системах отопления, позволяющие корректировать теплоотдачу отопительных приборов при изменении условий теплового баланса в помещениях.

Перспективным является строительство автономного источника теплоснабжения для образовательного учреждения с одновременной заменой существующих тепловых сетей на новые теплопроводы с использованием современных теплоизоляционных материалов. Это обеспечило бы заданный температурный режим работы системы, снижение потерь теплоты при транспортировке теплоносителя до минимальных значений, улучшение регулирования подачи тепла в здания, повышение надежности работы, сокращение расходов на оплату за поставляемую теплоту.

Как и в других организациях, в образовательном учреждении плата за отопление осуществляется не по показаниям счетчиков, а по счетам, выставляемым теплоснабжающей организацией, что реально превышает стоимость фактически потребленной тепловой энергии. К тому же, поскольку в учебных корпусах не выдерживается температурный режим, то учреждение дополнительно оплачивает электроэнергию, необходимую для прогрева помещений в корпусах до нормативной величины.

Дополнительная экономия денежных средств могла бы быть достигнута за счет использования так называемого «дежурного отопления», при котором в нерабочее время в учебных корпусах температура воздуха снижается до минимально допустимой величины.

В качестве источника теплоснабжения можно использовать блочно-модульную котельную, которая обеспечивала бы теплотой образовательное учреждение в широком диапазоне тепловых нагрузок, сохраняя при этом КПД брутто на уровне 90...95%. Возможен вариант использования в качестве источника теплоснабжения мини-ТЭЦ, поставляющей образовательному учреждению не только тепловую, но и электрическую энергию.

Список литературы

1. Федеральный закон от 3 ноября 2009 года № 261-ФЗ «Об энергоснабжении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты российской Федерации».
2. Лагерева, Э.А. Использование информационных технологий в процессе обучения бакалавров по направлению подготовки «Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура» / Э.А. Лагерева // Перспективы развития информационных технологий. – 2016. – № 28. – С. 105-109.
3. ГОСТ 30494-2011. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях. – Введ. 2013-01-01. – М.: Стандартинформ, 2013. – 12 с.
4. Свод правил СП 50.13330.2012. Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003. – Введ. 2013-07-01. – М.: Стандартинформ, 2013. – 139 с.
5. Свод правил СП 131.13330.2012. Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99*. – Введ. 2013-01-01. – М.: Стандартинформ, 2013. – 113 с.
6. СТО НОП 2.1-2014. Стандарт Национального объединения проектировщиков. Требования по составу и содержанию энергетического паспорта проекта жилого и общественного здания. – Введ. 2014-06-04. – М., 2013. – 200 с.
7. Лагерева, Э.А. Результаты теплотехнических обследований наружных ограждений конструкций зданий методом инфракрасной термографии / Э.А. Лагерева, И.А. Лагерев // Материалы научной конференции Совета МНТО, Брянск, 28-29 мая 2011 г. – Брянск: БГТУ, 2011. – С. 29-30.
8. Лагерева, Э.А. Анализ работы систем централизованного теплоснабжения жилых и общественных зданий г. Брянска / Э.А. Лагерева // Материалы научной конференции Совета МНТО, Брянск, 28-29 мая 2012 г. – Брянск: БГТУ, 2012. – С. 35-36.

Сведения об авторе

Лагерева Эльвира Александровна - кандидат технических наук, доцент, заместитель начальника отдела ФГБОУ ВО «Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского», *elvira-l.alex@yandex.ru*.

FEATURES OF THE SURVEY OF HEAT CONSUMPTION IN THE DEVELOPMENT OF A COMPREHENSIVE PLAN FOR ENERGY EFFICIENCY INSTITUTION OF HIGHER EDUCATION

Lagereva E.A.

The methodology of the survey of heat consumption in the development of a comprehensive plan for energy conservation educational institutions of higher education. The results of field studies of heat consumption one of the educational institutions of the city of Bryansk. The survey was done study of the temperature and humidity and an air regimen of locations, a thermographic survey of the exterior enclosures of buildings, the analysis of the data of heat meters. Built valid temperature charts of the surveyed buildings, obtained by processing the experimental data using the least squares method. Graphs of actual and theoretical costs of TEP-lots daily during the whole heating period. Propose concrete actions, allowing to increase the efficiency of the heating system of the educational institution.

Keywords: *energy saving, heating system, the temperature of the internal air, the heat transfer resistance of external walls, flow of heat in the heating system*

References

1. Federal law of 3 November 2009 No. 261-FZ *"On energy supply and increasing energy efficiency and on amendments to certain legislative acts of the Russian Federation"*.
2. Lagereva E.A. The use of information technologies in training process of bachelors in the preparation of "Housing and communal infrastructure", *Perspektivy razvitiya informatsionnykh tekhnologiy*, 2016, No. 28, pp. 105-109.
3. GOST 30494-2011. *Residential and public buildings. Microclimate parameters for indoor enclosures*. Moscow, Standartinform, 2013. 12 p.
4. SP 50.13330.2012. *Thermal performance of the buildings*. Moscow, Standartinform, 2013. 139 p.
5. SP 131.13330.2012. *Building climatology*. Moscow, Standartinform, 2013. 113 p.
6. STO NOP 2.1-2014. *Requirements for the composition and content of energy passport of the residential and public buildings*. Moscow, 2013. 200 p.
7. Lagereva E.A., Lagerev I.A. The results of thermal surveys of cladding structures of buildings by infrared thermography. *Scientific conference of the Council of MNTO*. Bryansk, BGTU, 2011, pp. 29-30.
8. Lagereva E.A. The analysis of systems of the centralized heat supply of residential and public buildings in the city of Bryansk. *Scientific conference of the Council of MNTO*. Bryansk, BGTU, 2012, pp. 35-36.

Author' information

Elvira A. Lagereva - Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor, Vice Head of Bureau at Academician I.G. Petrovskii Bryansk State University, *elvira-l.alex@yandex.ru*.