

Исследование тепловых режимов в здании Аккредитационного центра

*П.Н. Кузнецов, К.А. Миндров, А.А. Кузнецов, А.О. Дергунов,
Е.С. Горбунов, Н.С. Колин, М.Н. Девяткин*

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарёва», Саранск

Аннотация: В статье проведено исследование тепловых режимов в системе отопления двухэтажного здания лабораторного корпуса Медицинского института. Анализ выполнялся на основе данных, полученных с термограмм отопительных приборов. В работе осуществляется исследование тепловых режимов в двухтрубной системе отопления, определяется фактическая и расчетная мощность каждого отопительного прибора, а также температура внутри помещений.

Ключевые слова: Регулирование теплоносителя, система отопления, терморегулятор, тепловые режимы, термограмма, теплоноситель, балансировка, система отопления.

Пристальное внимание при разработке национальных проектов в Российской Федерации уделяется энергосбережению в жилищно-коммунальном хозяйстве, как основном потребителе энергоресурсов. Системы теплоснабжения в жилых и административных зданиях обладают значительным потенциалом по снижению топливно-энергетических ресурсов. Обеспечение комфортных условий работы в каждом отдельном помещении здания, в итоге обеспечивает снижение энергопотребления во всём здании [1-3].

Целью данного исследования является обеспечение комфортного температурного режима в здании Аккредитационного центра Мордовского государственного университета им. Н. П. Огарёва. Оперативное использование полученных данных о тепловых характеристиках отопительных приборов, участков тепловой сети внутренней системы отопления, даёт возможность поддерживать оптимальные тепловые режимы и, соответственно, снизить платежи за потреблённую тепловую энергию.

Данное исследование применимо для любого общественного здания и предполагает наиболее быстрый и простой способ получить оптимальные температурные режимы тепловой сети, а также фактические и расчетные температуры внутри каждого помещения. Кроме того, обеспечивается оптимальный температурный режим и нормативное потребление тепловой энергии во всём здании [4, 5].

В результате проведения исследовательских работ полученные температуры с поверхности каждого отопительного прибора, добавляются в подготовленный шаблон расчётного файла в табличном редакторе Excel. Итоговые таблицы файла данных отображают фактический и расчетный температурные режимы на каждом радиаторе.

В здании применена наиболее распространённая схема разводки системы отопления, а именно классическая двухтрубная система отопления. Такая схема позволяет равномерно распределить теплоноситель между отопительными приборами, к тому же регулировать теплоноситель на каждом отопительном приборе индивидуально с помощью запорно-регулирующей арматуры. Применение подобной схемы позволяет равномерно распределить теплоноситель по всем радиаторам, и обеспечить наименьшие потери тепла [6, 7].

В здании установлено всего 46 отопительных приборов, термограммы некоторых из них представлены на рисунках 1-2.

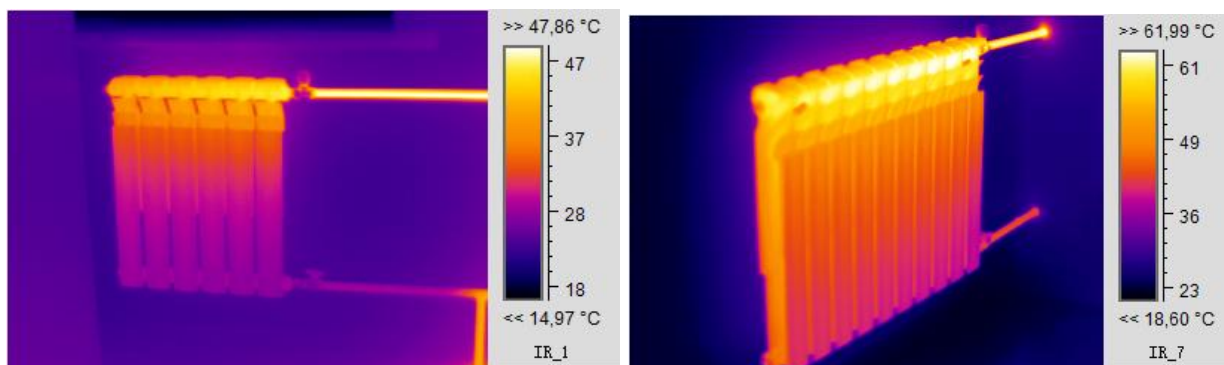


Рисунок 1. – Термограммы отопительных приборов на первом этаже здания

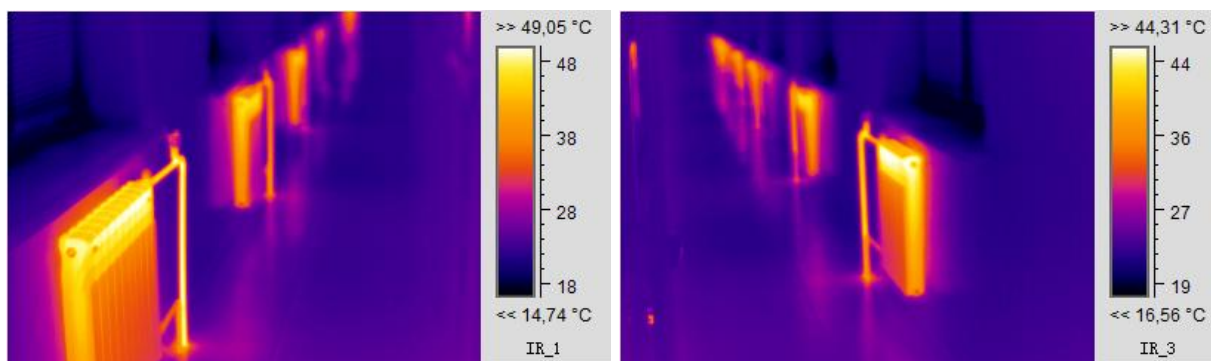


Рисунок 2. – Термограммы отопительных приборов на втором этаже здания

При несбалансированной системе отопления в здании, тепловая энергия расходуется нерационально, т.е. в помещениях, расположенных ближе к тепловому пункту температура в помещениях может быть завышенной, а в дальних помещениях прохладной. Правильно выполненная балансировка обеспечивает стабильную работу системы отопления, и при этом гарантирует соблюдение заданного температурного режима во всех отапливаемых помещениях. Качественная гидравлическая балансировка отопительной системы помогает устранить все вышеперечисленные проблемы. Однако требуется постоянное поддержание оптимальных режимов.

Для применения методики исследования тепловых режимов, необходимо предварительно провести энергетическое обследование поверенным оборудованием. По результатам обследования определяем схему подключения отопительных приборов, температуру теплоносителя на них, параметры теплоносителя на вводе в здание, и в целом по расчетным точкам индивидуального теплового пункта.

Исследование проводилось в двухэтажном здании лабораторного корпуса с зависимой схемой присоединения внутренней системы отопления к тепловым сетям, и подмешивающим насосом, установленным между

подающим и обратным трубопроводами. В здании установлены панельные радиаторы марки PRADO Classic.

При исследовании учитывались тепловые параметры теплоносителя в индивидуальном тепловом пункте, на участках тепловой сети внутренней системы отопления и отопительных приборах. Расчет системы отопления осуществляется в табличном редакторе Excel, на основании анализируемых данных о температурах с термограмм отопительных приборов, а также сведений, полученных об индивидуальном тепловом пункте. Основным достоинством выполняемых расчетов является универсальность использования шаблонов Excel для любых типов систем отопления в общественных и административных зданиях, а также возможность прогнозирования в случае внесения изменений в оборудование внутренней системы отопления или возникновении нештатных аварийных ситуаций.

Исходными данными для расчета тепловых режимов в здании являются:

- сведения о фактических температурах с термограмм отопительных приборов и их технические характеристики;
- схема системы отопления в здании;
- сведения о температурах фактического воздуха в помещениях;
- сведения о параметрах теплоносителя в индивидуальном тепловом пункте здания.

Сведения об исходных данных заносим в шаблоны файла Excel.

Расход воды на участках определяется по формуле [5, 6]:

$$G_{yч} = \frac{0,86Q_{yч}}{(t_n - t_o)} \cdot \beta_1\beta_2, \quad (1)$$

где $Q_{yч}$ - тепловая нагрузка на участке, Вт; t_n , t_o - температуры теплоносителя на подающих и обратных участках внутренней тепловой сети в здании, °С;

β_1, β_2 - поправочные коэффициенты учитывающие дополнительную теплоотдачу в помещениях.

Тепловая нагрузка на участках внутренней теплосети определяется, исходя из фактической тепловой нагрузки отопительных приборов, компенсирующими тепловые потери в помещениях здания [8-10].

Апробация результатов исследования проводилась при различных температурах наружного воздуха, и соответственно изменений тепловых параметров на вводе тепловой сети в здание, осуществляемых энергоснабжающей организацией. Результаты расчетов, полученные в соответствии с проведёнными исследованиями в здании, представлены в таблицах 1-4.

Таблица 1 –Тепловые характеристики отопительных приборов (ветка №1и 2), расположенных в здании Аккредитационного центра

№ пр.	Марка отопительного прибора	Фактическая мощность отопительного прибора, Вт	Температура на вводе отопительного прибора	Температура на выходе из отопительного прибора
1	2	3	4	5
ветка №1				
1	PRADO Classic 20-500-600	663,94	54,0	30,0
2	PRADO Classic 20-500-500	952,36	80,0	32,0
3	PRADO Classic 20-500-500	417,56	42,0	31,0
4	PRADO Classic 20-500-800	1129,81	68,0	24,0
5	PRADO Classic 20-500-800	761,80	50,0	28,0
6	PRADO Classic 20-500-800	500,44	27,0	16,0
7	PRADO Classic 20-500-500	922,65	78,0	50,0
8	PRADO Classic 20-500-500	342,88	69,0	48,0
9	PRADO Classic 20-500-900	1249,34	70,0	38,0
10	PRADO Classic 20-500-900	553,39	36,0	19,0
11	PRADO Classic 20-500-900	1343,95	68,0	49,0
12	PRADO Classic 20-500-800	1346,63	32,0	15,0
13	PRADO Classic 20-500-800	1172,00	22,0	11,0
ветка №2				
1	PRADO Classic 20-500-400	487,56	20,0	12,0
2	PRADO Classic 20-500-800	1389,99	32,0	15,0
3	PRADO Classic 20-500-500	417,56	58,0	37,0
4	PRADO Classic 20-500-900	1249,34	69,0	41,0
5	PRADO Classic 20-500-600	601,90	30,0	15,0

1	2	3	4	5
6	PRADO Classic 20-500-900	553,39	72,0	55,0
7	PRADO Classic 20-500-600	395,40	73,0	52,0
8	PRADO Classic 20-500-800	1346,63	79,0	55,0
9	PRADO Classic 20-500-600	926,00	77,0	66,0
10	PRADO Classic 20-500-800	1172,00	78,0	65,0
11	PRADO Classic 20-500-600	663,94	78,0	55,0
12	PRADO Classic 20-500-700	1244,11	72,0	51,0
13	PRADO Classic 20-500-700	545,48	67,0	51,0
14	PRADO Classic 20-500-700	1011,24	70,0	53,0
15	PRADO Classic 20-500-700	681,85	58,0	35,0
16	PRADO Classic 20-500-700	447,92	72,0	53,0
17	PRADO Classic 20-500-700	1205,30	69,0	40,0
18	PRADO Classic 20-500-700	1049,00	70,0	59,0
19	PRADO Classic 20-500-900	1537,06	27,0	19,0
20	PRADO Classic 20-500-400	353,60	60,0	42,0
21	PRADO Classic 20-500-500	774,09	27,0	15,0

Таблица 3 – Тепловые характеристики участков системы отопления, расположенных в здании Аккредитационного центра

№ п/п	Номер участка	Фактическая располагаемая мощность на участке, Вт	Расход на участке, т/ч	Диаметр участка, мм
1	Участок №1	16493,80	0,51	32
2	Участок №3	15813,80	0,73	32
3	Участок №4	14223,86	0,41	32
4	Участок №5	12853,94	0,25	32
5	Участок №6	10962,33	0,23	32
6	Участок №7	9961,45	0,83	25
7	Участок №8	8695,92	0,29	25
8	Участок №9	8010,16	0,16	25
9	Участок №10	7009,29	0,28	25
10	Участок №11	5206,53	0,15	20
11	Участок №12	1346,63	0,07	15
12	Участок №25	21633,24	0,52	40
13	Участок №26	18459,69	2,13	40
14	Участок №27	16792,78	0,74	40
15	Участок №28	15637,49	0,96	40
16	Участок №29	13895,46	0,61	32
17	Участок №30	11797,46	0,99	25
18	Участок №31	9889,40	0,40	25
19	Участок №32	8332,69	0,48	25
20	Участок №33	7202,91	0,29	20
21	Участок №34	5549,69	0,27	20
22	Участок №35	3328,69	0,28	15
23	Участок №36	353,60	0,02	15

Применение локального регулирования параметров теплоносителя в индивидуальном тепловом пункте не обеспечивает комфортной температуры индивидуально для каждого помещения, так как в данном случае присутствует человеческий фактор, и необходимо использование отдельных терморегуляторов на отопительных приборах. Однако не стоит забывать, что изменение положение терморегуляторов на отопительных приборах, приводит к перераспределению расхода теплоносителя во всей системе отопления здания, и наличие сведений о различных тепловых режимах позволяет оперативно обеспечивать комфортную температуру в целом по зданию.

Результаты расчета, полученные в соответствии с методикой, позволяют оперативно отследить и прогнозировать температуру внутри каждого помещения отдельно. Данные о фактической температуре внутри помещений здания представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Сведения о температурах внутри помещений здания Аккредитационного центра

Наименование помещения	Количество отопительных приборов, шт.	Фактическая температура внутреннего воздуха в помещении, °С
1	2	3
Этаж №1		
Кабинет №101, 102, «Серверная»	1	30,2
Кабинет №103, «Комната для дебрифинга»	2	23,3
Кабинет №104, «Учебная аудитория»	2	25,1
Кабинет №105, «Кабинет освоения врачебных навыков по хирургии»	1	23,4
Кабинет №106, «Кабинет освоения врачебных навыков по неонатологии и педиатрии»	1	23,8
Кабинет №107, «Кабинет освоения врачебных навыков по акушерству»	1	22,5
Кабинет №108, «Преподавательская»	1	24,2
Кабинет №109, «Директор аккредитационного центра»	2	24,1
Кабинет №110, «Учебная аудитория»	3	24,4
Кабинет №111, «Учебная аудитория»	2	25,9
Холл	1	21,8

1	2	3
Кабинет №112, «Компьютерный класс»	3	24,7
Туалет	1	21,5
Этаж №2		
Юго-Восточная сторона здания (слева от центрального входа)	12	21,2
Северо-Западная сторона здания (справа от центрального входа)	10	22,5

Как видно из таблицы 4, температура внутреннего воздуха может значительно отличаться не только по помещениям, но и по этажам здания. Кроме того, температура может быть, как завышенной, так и значительно заниженной в целом по этажу. Поэтому применение подготовленных шаблонов с результатами расчетов позволяет оперативно отслеживать и прогнозировать изменение температуры внутреннего воздуха в помещениях.

Литература

1. Штайнер В.Ю., Питык А.Н., Архипова Е.С. Энергосбережение в России: основные проблемы и перспективы // Инженерный вестник Дона, 2017, №4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2017/4564.
2. Иванчук Е.В. К вопросу повышения энергетической эффективности жилых домов // Инженерный вестник Дона, 2017, №4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2013/2151.
3. Свидерская О.В. Основы энергосбережения. М.: ТетраСистемс, 2009. 176 с.
4. Соколов Е.Я. Теплофикация и тепловые сети. 7-е изд. М.: МЭИ, 2001. 472 с.
5. Варфоломеев Ю.М., Кокорин О. Я. Отопление и тепловые сети. М.: Инфра-М, 2007. 480 с.
6. Пырков В.В. Современные тепловые пункты. Автоматика и регулирование. К.: И ДП «Такі справи», 2007. 252 с.

7. Guelpa E. Optimal operation of large district heating networks through fast fluid-dynamic simulation // Energy. 2016. Vol. 102. pp.586-595.
8. Georgiadis M.C., Kikkinides E.S., Pistikopoulo E.N. Energy Systems Engineering// WILEY-VCH, Weinheim-2008. 337 p.
9. Ионин А.А., Хлыбов Б.М., Братенков В.Н. Теплоснабжение. М.: Стройиздат, 1982. 336 с.
10. Сотникова О.А., Мелькумов В.Н. Теплоснабжение. М.: Ассоциации строительных вузов, 2009. 296 с.

References

1. 1. Shtayner V.Yu., Pityk A.N., Arkhipova E.S. Inzhenernyj vestnik Dona, 2017, №4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2017/4564.
 2. Ivanchuk E.V. Inzhenernyj vestnik Dona, 2017, №4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2013/2151.
 3. Sviderskaya O. V. Osnovy energosberezheniya [Basics of energy saving]. М.: TetraSistems, 2009. 176 p.
 4. Sokolov E.Ya. Teplofikatsiya i teplovye seti [Heating and heating networks]. 7-e izd. М.: MEI, 2001. 472 p.
 5. Varfolomeev Yu.M., Kokorin O. Ya. Otoplenie i teplovye seti [Heating and heating networks]. М.: Infra-M, 2007. 480 p.
 6. Pyrkov V.V. Sovremennye teplovye punkty. Avtomatika i regulirovanie [Modern heating points. Automation and regulation]. К.: ИИ ДП «Тяжи справи», 2007. 252 p.
 7. Guelpa E. Optimal operation of large district heating networks through fast fluid-dynamic simulation. Energy. 2016. Vol. 102. pp.586-595.
 8. Georgiadis M.C., Kikkinides E.S., Pistikopoulo E.N.. Energy Systems Engineering. WILEY-VCH, Weinheim-2008. 337 p.
-



9. Ionin A.A., Khlybov B.M., Bratenkov V.N. Teplosnabzhenie [Heat supply]. М.: Stroyizdat, 1982. 336 p.

10. Sotnikova O.A., Mel'kumov V.N. Teplosnabzhenie [Heat supply]. М.: Assotsiatsii stroitel'nykh vuzov, 2009. 296 p.