

Лекция 9. Технический отчёт по результатам энергетического обследования. Часть 1

Структура и содержание технического отчёта рассмотрены на примере отчёта по результатам энергетического обследования лабораторного корпуса технического университета – типичного объекта бюджетных учреждений образования; в лекции представлены разделы отчёта, содержащие общие сведения об обследуемом объекте и анализ системы электроснабжения.

9.1. Общие сведения об объекте энергетического обследования

Основные результаты энергетического обследования содержатся в техническом отчёте. В рассматриваемом примере название объекта энергоаудита вымышлено. Значения технических параметров типичны, однако не отражают состояние какого-либо конкретного объекта.

Энергетическое обследование, проведённое на объектах университета в 2012 г., в соответствии с принятой классификацией является по повторяемости – первичным, по объемам проведения – комплексным, по назначению – энергоаудитом общественных и административных зданий.

Отчет об обследовании состоит из восьми глав и шести приложений. В виде отдельного документа представлен энергетический паспорт. В первой главе приводятся общие сведения об объекте, важнейшими из которых являются технические параметры зданий и сооружений. Примером представления этих сведений может служить [таблица 9.1](#). Далее в этой главе даётся обзор информации, представленной собственником для проведения документального обследования объекта, и делается вывод о её полноте. На основе этой информации проводится анализ финансовых затрат на оплату потреблённых энергетических ресурсов за последние четыре года. Итоговым расчётным показателем по первой главе является доля стоимости энергетических ресурсов в стоимости произведенной продукции. Для обследуемого корпуса университета значения этого показателя составили: в 2008 г.-25,9 %; в 2009 г. – 34,4%; в 2010 г. – 34,0%; в 2011 г. - 28,1%.

Таблица 9.1. Технические характеристики здания (приводятся официальное наименование и адрес)

№ п/п	Характеристика	Ед. измерения	Значение
1	Постройка	год	1968
2	Полный объём	m^3	57078
3	Объём выше уровня земли	m^3	50263
4	Площадь в плане	m^2	3774
5	Площадь цокольн. этажа (теплый подвал)	m^2	2070
6	Общая площадь помещений	m^2	16720
7	Периметр	m	420,3
8	Высота над уровнем земли	m	16,5; 7,7
9	Высота до уровня земли (подвал)	m	2,50
10	Число этажей	шт	5

11	Высота от пола до потолка	m	3,0
12	Толщина межэтажных перекрытий	m	0,35
13	Крыша, материал, толщина	m	1 – рубероид $(0,016 \cdot 3 = 0,048)$; 2 – стяжка цементная (0,04); 3 – гравий керамзитовый (0,022); 4 – пароизоляция (рубероид, 0,005); 5 – стяжка выравнивающая цементная (0,015); 6 – железобетонное перекрытие (0,22) $\Sigma = 0,35\text{м.}$
14	Число рабочих входов	шт	1
15	Число запасных входов	шт	5
16	Наличие тамбуров на входах	шт	5
17	Количество окон	шт	708
18	Площадь остекления	m^2	3766,8
19	Стены, материал, толщина	m	ж/б панели (0,30)
20	Теплоизоляции стен, материал, толщина	m	мин.плита (0,05)
21	Наружная отделка стен, материал, толщина	m	фактура ж/б панели
22	Внутр. отделка стен, материал, толщина	m	штукатурка и/или керамическая плитка (0,01)
23	Толщина стен с отделкой	m	0,32
24	Толщина стен без отделки	m	0,30
25	Материал окон	-	ПВХ
26	Толщина воздушной прослойки	m	0,015
27	Толщина стёкол	m	0,003
28	Расстояние от пола до начала окна	m	0,80
29	Расстояние от пола до верха окна	m	2,9
30	Материал дверей и рабочего входа	-	сталь, алюминий и стеклопакет
31	Материал дверей запасных входов	m	сталь (0,004)
32	Утеплитель дверей, материал, толщина	m	теплоизол (0,04)
33	Материал пола	-	бетон
34	Покрытия пола, материал,	m	линолеум (0,005)

	толщина		
35	Утеплитель пола, материал, m толщина		гравий керамзитовый (0,1)
36	Состояние крыши	оценка	неудовлетворительное
37	Состояние стен	оценка	удовлетворительное
38	Состояние пола	оценка	удовлетворительное
39	Состояние окон	оценка	удовлетворительное
40	Состояние межэтажных перекрытий	оценка	удовлетворительное
41	Состояние дверей	оценка	удовлетворительное
42	Физический износ по паспорту	%	36

Последующие три главы посвящены анализу структуры потребления, средств учёта и систем распределения важнейших видов энергоресурсов: электрической и тепловой энергии, а также рассмотрению в этих аспектах водоснабжения и водоотведения объекта.

9.2. Анализ электропотребления

Анализ электропотребления является предметом третьей главы технического отчёта. В первом разделе этой главы анализируется схема электроснабжения лабораторного корпуса. На основе "Акта о разграничении имущественной (балансовой) принадлежности и эксплуатационной ответственности между сетевой организацией и потребителем" определяется граница электрических сетей. Например, граница балансовой принадлежности между сетями ОАО "Областные коммунальные системы (ОКС)" и сетями электроснабжения лабораторного корпуса ГТУ проходит по кабельным наконечникам распределительного устройства РУ-0,4 кВ ТП-4. Таким образом, указанный трансформарный пункт (ТП) находится на балансе ОАО "ОКС", а университет является потребителем электроэнергии при напряжении 0,4 кВ. Нередко ТП находятся на балансе потребителя, в этом случае граница проходит по кабельным наконечникам распределительного устройства РУ-6 кВ и объект является потребителем высокого напряжения. Следует отметить, что тарифы на электроэнергию снижаются с повышением уровня напряжения. Вместе с тем, если ТП находится на балансе потребителя, то последнему придётся оплачивать и потери электроэнергии в трансформаторах.

Во втором разделе целесообразно дать в виде таблиц и диаграмм сведения по объёмам потребления электроэнергии и соответствующим финансовым затратам. Особое внимание следует уделить динамике электропотребления в последние четыре года ([рис. 9.1](#) [рис. 9.2](#) [рис. 9.3](#)).

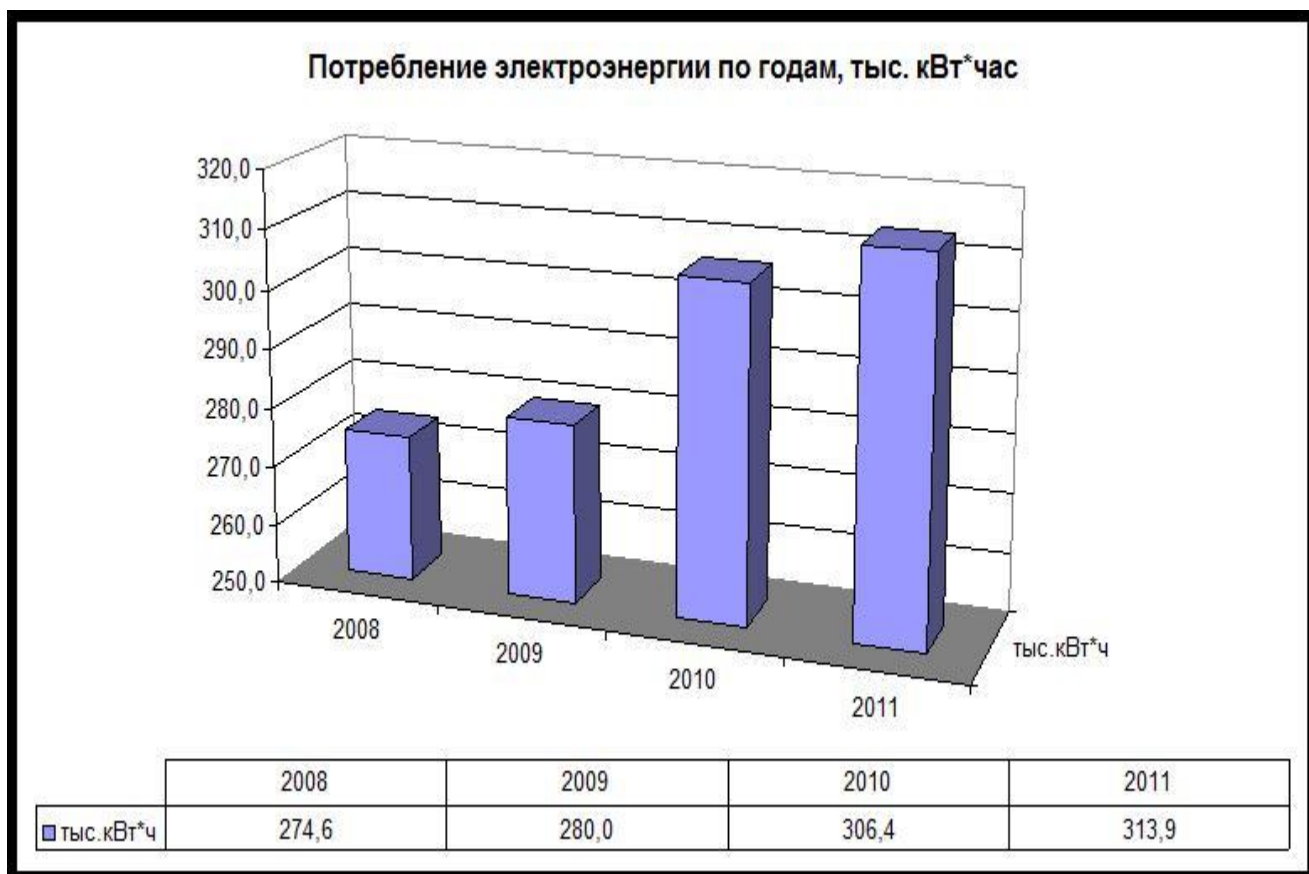


Рис. 9.1.

Анализ распределения объёма потреблённой электроэнергии по месяцам свидетельствует о явно выраженной неравномерности. Максимум потребления наблюдается в феврале, минимум в августе. Например, в 2010 г. августовское потребление составило 41% от февральского, в 2011 г. – 42%. Следует отметить, что распределение потребления обследуемого объекта по месяцам отличается от общегородского очень высокой неравномерностью и смещением экстремумов: минимума с июня на август, а максимума с января на февраль. Это объясняется особенностями графика учебного процесса. В этих условиях особенно важно для работы без штрафных санкций со стороны энергоснабжающей организации ежемесячно контролировать электропотребление основных потребителей и своевременно корректировать его величину в сторону уменьшения или увеличения путём оформления соответствующих уведомлений в электроснабжающую организацию.



Рис. 9.2.



Рис. 9.3.

Далее целесообразно рассчитать и раскрыть структуру присоединённой мощности. Эта мощность представляет собой сумму установленной мощности и мощности электрических

потерь в сетях потребителя. Установленная мощность равна сумме номинальных мощностей электроприёмников объекта энергоаудита. В качестве примера в [таблица 9.2](#) [таблица 9.3](#) [таблица 9.4](#) и на [рис. 9.4](#) представлены сведения о значениях и структуре установленной мощности лабораторного корпуса ГТУ, которые являются типичными для технических факультетов вузов.

Таблица 9.2. Сведения об установленной мощности системы освещения			
Наименование оборудования	Единичная мощность, Вт	Количество, шт.	Общая мощность, кВт
Лампы накаливания	60	40	2,4
Светильники люминесцентные с ЭмПРА	120	486	58,32
Лампы энергосберегающие	0	0	0
Лампы ДРЛ	250	6	1,5
ИТОГО:			62,22

Таблица 9.3. Сведения об установленной мощности				
Оборудование (наименование)	Количество (единиц)	Мощность оборудования		Среднее время использования за сутки (час)
		уровень напряжения 220В	уровень напряжения 380В	
1	2	3	4	5
Оргтехника и компьютеры	10	5		8
Установка охлаждающая "ВТХ 0-12"		1	5,9	0,5
Установка охлаждающая "ВТХ 0-18"	1		7,1	0,5
Компрессоры	9		34,54	1
Прессы		6	6,3	4
Лабораторное оборудование	54	278,1		3
Печи электрические	19	90,33	100	1
Сушильные шкафы	5		10,88	1
Установка "RAPIDO"	1		125	1
Установка "Series 100D"	1		5,5	1
Фрезерные станки	7		21,5	1,5
Вибростенды и вибромашины	4	3,5		1,2
Установка "ЖИФ-11"	1		63	1,1
Установка "ЖИФ-	1		100	1,1

15"				
Установка "ЖИФ-5"	1		14	1,1
Заточные станки, наждаки	11	10,57	16	2
Кран-балка	1		5,3	0,5
Литьевые машины	3		90,55	6
Магнетроны	2		10	0,25
Молоты	3		132,5	0,02
Насосы	3		29,5	0,25
Сверлильные станки	8		8,9	0,04
Токарные станки	7		46,22	0,2
Прочие станки	14	22,58	67,32	0,2
Лазеры	2		27	0,1
Прочее оборудование	5	4	6	0,22
ИТОГО:	184	417,08	965,8	

Таблица 9.4. Установленная мощность по группам потребителей

Группа потребителей	Установленная мощность, кВт	В процентах к общей мощности, %
Лабораторное оборудование	278,1	19,2
Оргтехника и компьютеры	5	0,3
Технологические установки	571,01	39,5
Компрессоры и насосы	64,04	4,4
Станочное оборудование	235,38	16,4
Литейное и кузнечно-прессовое оборудование	229,35	15,9
Освещение	62,22	4,3
ИТОГО:	1445.1	100,00

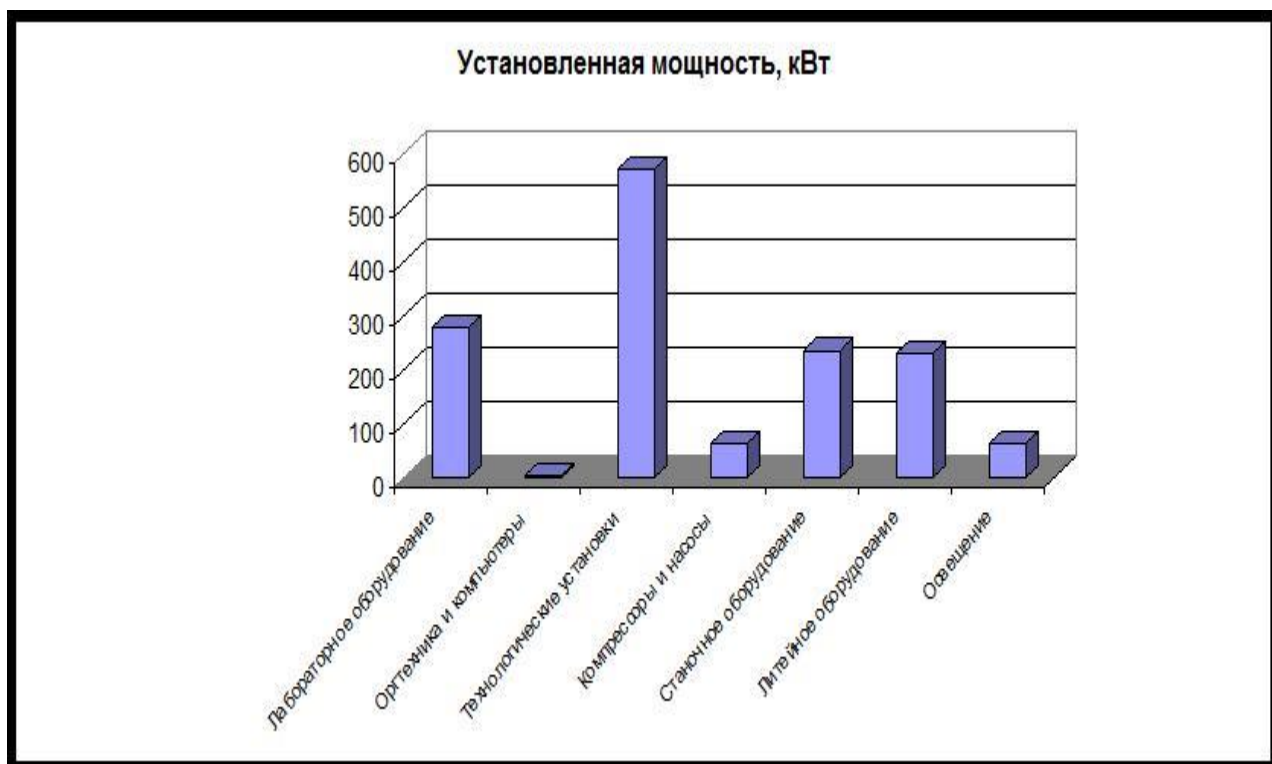


Рис. 9.4.

С учётом установленной мощности, среднего времени работы и количества оборудования имеется возможность рассчитать объёмы потребления электроэнергии для различных нагрузок и проанализировать распределение значений этого показателя для вышеперечисленных групп потребителей. Результаты расчётов для лабораторного ГТУ представлены в [таблица 9.5](#) и проиллюстрированы диаграммой [рис. 9.5](#)

Таблица 9.5. Распределение потребления электроэнергии за 2011г. по группам потребителей

Потребители	Количество потреблённой электрической энергии, тыс. кВт · ч
Лабораторное оборудование	206,91
Оргтехника и компьютеры	7,44
Технологические установки	14,16
Компрессоры и насосы	6,35
Станочное оборудование	5,84
Литейное и кузнечно-прессовое оборудование	9,91
Освещение	61,72
Итого:	489

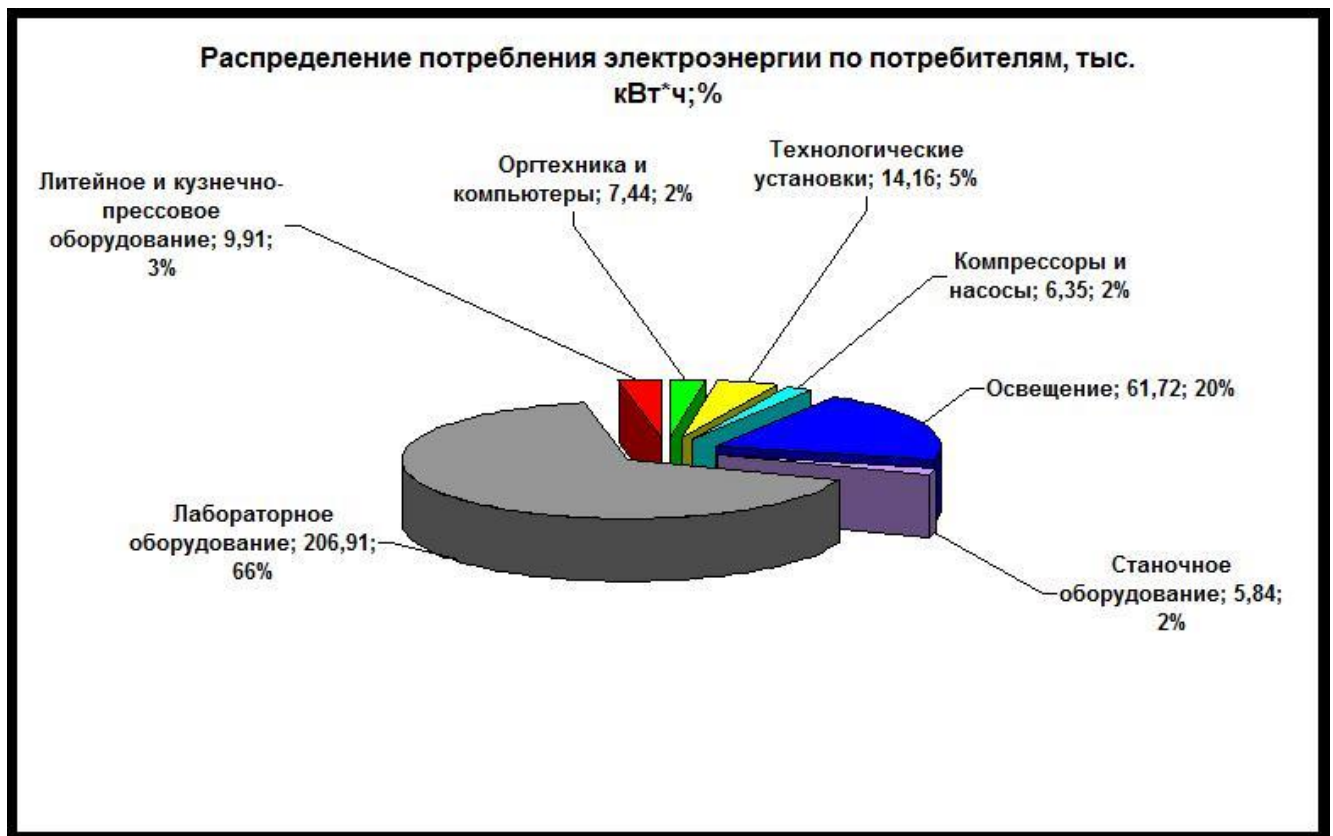


Рис. 9.5.

Для анализа динамики электропотребления отчёт должен содержать сведения о потреблении электроэнергии и финансовых затратах на это за четыре последних года эксплуатации здания (на момент проведения обследования). Эти сведения целесообразно представить в виде диаграмм, подобных представленным [рис. 9.1](#) и [рис. 9.2](#)

Важной составляющей присоединённой мощности является мощность электрических потерь в сетях потребителя. Определение потерь в питающей сети лабораторного корпуса университета выполним методом оценки потерь по обобщенной информации о схемах и нагрузках сети. В соответствии с этим методом потери электроэнергии в линиях напряжением 0,38 кВ с площадью поперечного сечения головного участка $F_r(\text{мм}^2)$ и отпуском электрической энергии в линию $W_{0,38}$ за период D (дней) рассчитываются по формуле:

$$\Delta W_{h,0,38} = k_{0,38} \cdot k_N \cdot \frac{W_{0,38}^2 \cdot (1 + tg^2 \varphi) \cdot L_{\text{экв}}}{N^2 \cdot F_r \cdot D} \cdot \frac{1 + 2 \cdot k_3}{3 \cdot k_3}$$

где N – количество линий;

$L_{\text{экв}}$ – эквивалентная длина линии;

φ – фазовый сдвиг между напряжением и током на головном участке;

$k_{0,38}$ – коэффициент, учитывающий характер распределения нагрузок по длине линии и несимметрию нагрузок фаз;

k_N коэффициент, учитывающий неодинаковость длин линий и плотностей тока на головных участках линий;

k_3 коэффициент заполнения графика.

Следует, отметить, что эта формула дает весьма приближенные результаты, т.к. коэффициенты $k_{0,38}$ и k_N зависят от большого количества факторов, а коэффициент заполнения графика и фазовый сдвиг при отсутствии информации о них принимаются на уровне средних значений.

Эквивалентная длина линии определяется по формуле:

$$L_{\text{экв}} = L_M + 0,44L_{2-3} + 0,22L_1$$

где L_M – количество линий;

L_{2-3} – эквивалентная длина линии;

L_1 – фазовый сдвиг между напряжением и током на головном участке;

Коэффициент $k_{0,38}$ – определяют по формуле:

$$k_{0,38} = k_u(9,67 - 3,32 \cdot d_p - 1,84 \cdot d_p^2)$$

где d_p – доля энергии, отпускаемой сторонним потребителям;

k_u коэффициент, принимаемый равным 1 для линий 380/220В и равным 3 для линий 220/127В.

Коэффициент k_N определяется по формуле:

$$k_N = 1,25 + 0,14 \cdot d_p$$

Ввиду отсутствия данных о коэффициенте заполнения графика и фазовом сдвиге между напряжением и током при проведении расчетов принимается $k_3 = 0,3$; $tg\varphi = 0,6$.

Расчет производится для четырёх линий 0,4 кВ (кабельных) и 6 (шести) проводных, находящихся на балансе университета. На этих линиях сторонние потребители отсутствуют, поэтому $d_p = 0$ поэтому значения коэффициентов $k_{0,38}$ и k_N следующие:

$$k_{0,38} = k_u(9,67 - 3,32 \cdot d_p - 1,84 \cdot d_p^2) = 1(9,67 - 3,32 \cdot 0 - 1,84 \cdot 0^2) = 9,67;$$

$$k_N = 1,25 + 0,14 \cdot d_p = 1,25 + 0,14 \cdot 0 = 1,25$$

Результаты расчета эквивалентных длин линий приведены в [таблица 9.6](#)

Таблица 9.6.

Вводы	Длина	Длина 2-х и 3-х фазных	Длина	Эквивалентная
-------	-------	------------------------	-------	---------------

	магистралей, Лм, км	ответвлений, L_{2-3} , км	однофазных ответвлений, L_1 , км	длина линии, $L_{экв}$, км
Кабельные	0,134	0	0	0,134

Результаты расчета потерь в линиях электропередач 0,4 кВ представлены в [таблица 9.7](#)

Таблица 9.7.									
ЛЭП	F_T	$L_{экв}$	$W_{0,38}$	Д	$k_{0,38}$	k_N	N	k_3	$tg\varphi$
	mm^2	км	кВтч	дней			шт		
Кабельная	120	0,134	313900	365	9,67	1,25	14	0,3	0,6
									1570

Таким образом, расчётные значения потерь электроэнергии в линиях электропередач лабораторного корпуса университета составляют 1570 кВт . ч/год или 0,5 % от общего потребления.

Полученные результаты позволяют составить баланс по потреблению электроэнергии для учебного корпуса. Основной целью составления баланса является определение структуры потребления электроэнергии отдельными группами электроприемников, находящихся на обследуемом объекте, разработка рекомендаций по снижению электропотребления и определение лимитов потребления на перспективный период.

Приходная часть баланса определяется по показаниям счётчиков коммерческого учёта электроэнергии, установленных на границе балансовой принадлежности электрических сетей. Из приходной части вычитается транзит электроэнергии через сети учреждения.

Расходная часть определяется по результатам расчета, который выполняется следующим образом. Выделяются группы электроприемников с примерно одинаковыми коэффициентами спроса (K_c), для каждой из этих групп рассчитывается годовой расход электроэнергии по выражению:

$$\Theta_i = P_{уст.i} \cdot K_{ci} \cdot T_{pi} \cdot 10^{-3}$$

где $P_{уст.i}$ – суммарная установленная активная мощность электроприемников i -ой группы;

K_{ci} – коэффициент спроса электроприемников i -ой группы;

T_{pi} – годовое число часов работы электроприемников i -ой группы, час.

Значения K_{ci} и T_{pi} получены экспертным путем с учетом данных, представленных заказчиком. Кроме того, для расчета электропотребления были приняты коэффициенты спроса для осветительной нагрузки менее 0,6 с тем, чтобы учесть, что часть светильников является неработающими.

Значения мощности, для осветительных установок определены с учетом типа источников света

$$P_{уст}^{осв} = P_{уст}^{лн} + P_{уст}^{лл} \cdot K_{пра}$$

где $P_{уст}^{лн}$ и $P_{уст}^{лл}$ – установленная мощность светильников соответственно с лампами накаливания и люминесцентными лампами, кВт; $K_{пра}$ коэффициент, учитывающий потери мощности в пускорегулирующей аппаратуре (ПРА) светильников с газоразрядными лампами (для дроссельных ПРА, установленных в корпусе, $K_{пра} = 1,20$

В расходную часть баланса так же входят расчетно-нормативные потери в электрической сети. Наличие разницы между приходной и расходной частями баланса свидетельствует в большинстве случаев о неучтенных потерях или потребителях. Баланс представлен в [таблица 9.8](#)

Таблица 9.8.					
№ п/п	Статья прихода/расхода	Суммарное потребление	Расчетно-нормативное потребление с учетом нормативных потерь		Примечание
			кВтч	кВтч	
I. ПРИХОД					
1	Сторонний источник	313900			
2	Собственная ТЭС	-			
3	Резервный дизель-генератор	-			
4	Транзит мощности				
5	Итого приход (1+2+3-4)	313900			
II. РАСХОД					
6	Лабораторное оборудование		206910	66,0	
7	Оргтехника и компьютеры		7440	2,4	
8	Технологические установки		14160	4,5	
9	Компрессоры и насосы		6350	2,0	
10	Станочное оборудование		5840	1,9	
14	Литейное и кузнечно-прессовое оборудование		9910	3,2	
15	Освещение		61720	19,7	
16	Производственный расход		312330	99,7	
17	Субабоненты		-		
18	Технологические потери (в том числе):		1570		
19	Потери эксплуатационно неизбежные(условно-постоянные)		-		
20	Потери в питающей сети (нагрузочные)		1570	0,5	
21	Нерациональные потери		-	-	
22	Итого расход (16+17+18+21)		313900	100	

Заключительный раздел главы содержит констатирующие положения, перечисление выявленных недостатков и предложения по повышению энергоэффективности. Для лабораторного корпуса ГТУ эта часть может быть следующего содержания.

Поставщиком электрической энергии для лабораторного корпуса ГТУ является ОАО "Областные Коммунальные Системы". Поставка электрической энергии осуществляется на основе Государственного контракта №5 от 01.01.2010 г. с ОАО "ОКС", который пролонгировался в последующие годы с учётом происходящих изменений по условиям поставки и изменений стоимости услуг. Снабжение электрической энергией осуществляется через сети Обособленного Подразделения "Областная электросетевая компания", по двум линиям с кабелями марки АВБбШв 4х120^{мм²}, что соответствует ПУЭ п. 2.3.52[38].

Электроприемники ГТУ в соответствии с представленными документами по надежности электроснабжения относятся ко второй категории, что соответствует требованиям нормативно-технической документации [39] [40]

Электроснабжающая организация не предоставляет сведения по лимитам каждого здания ГТУ, поэтому принимаются расчетный лимит потребления электроэнергии, который для лабораторного корпуса составляет 363447 кВт . ч/год.

По результатам обследования лабораторного корпуса имеются следующие замечания:

- отсутствует схема электроснабжения;
- не ведётся технический учёт потреблённой электроэнергии;
- велика доля ламп накаливания в суммарной мощности осветительной нагрузки (более 3,9%);
- в большинстве светильников с люминесцентными лампами отсутствуют современные электромагнитные и электронные пуско-регулирующие аппараты с пониженными потерями;
- для внешнего освещения применяются устаревшие светильники с лампами типа ДРЛ;
- при наличии существенной доли электродвигательной нагрузки (в суммарной мощности технологических потребителей – 46%, в суммарном годовом объёме потребления – 9%) отсутствуют устройства компенсации реактивной мощности;
- не применяются частотно-регулируемые приводы для систем вентиляции, компрессоров и насосов;
- большая часть потребителей в группах "технологические установки" и "станочное оборудование" (около 46% по установленной мощности) практически не эксплуатируются;
- ряд шкафов, щитов и щитков электротехнического назначения не имеют запирающих устройств, что противоречит п. 2.2.4. Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей (ПТЭЭП) [39] и п. 1.3.11. Межотраслевых правил по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок [41];
- на двери РУ-0,4 отсутствуют предупреждающие плакаты и знаки установленного образца, на предохранительных щитках и у предохранителей присоединений отсутствуют надписи, указывающие номинальный ток плавких вставок, что противоречит п. 2.2.20 ПТЭЭП;
- на оборотных сторонах некоторых дверей шкафов, щитов и щитков не были обнаружены надписи, соответствующие распределению присоединений по группам, что противоречит п. 2.2.20 ПТЭЭП, в котором оговаривается, что на

дверях и внутренних стенках камер ЗРУ, оборудовании ОРУ, лицевых и внутренних частях КРУ наружной и внутренней установки, сборках, а также на лицевой и оборотной сторонах панелей щитов должны быть выполнены надписи, указывающие назначение присоединений и их диспетчерское наименование;

- для части обследованных шкафов, щитов, щитков можно отметить высокую их загрязненность, что противоречит п. 2.2.17. ПТЭЭП, в соответствии с которым электрооборудование должно периодически очищаться от пыли и грязи, причём сроки очистки устанавливает ответственный за электрохозяйство с учетом местных условий, уборку помещений РУ и очистку электрооборудования должен выполнять обученный персонал с соблюдением правил безопасности.

Ключевые термины:

Установленная электрическая мощность— мощность равная сумме номинальных мощностей электроприёмников объекта энергоаудита.

Присоединённая электрическая мощность- сумма установленной мощности и мощности электрических потерь в сетях потребителя.

Баланс по потреблению электроэнергии – система показателей, характеризующая соответствие потребления электроэнергии и потерь в электрических сетях количеству электроэнергии, поступившей от электроснабжающей организации.

Краткие итоги лекции:

1. Основные результаты энергетического обследования содержатся в техническом отчёте.
2. Энергетическое обследование, проведённое на объектах университета в 2012 г., в соответствии с принятой классификацией является по повторяемости – первичным, по объемам проведения - комплексным, по назначению – энергоаудитом общественных и административных зданий.
3. Распределение потребления обследуемого объекта по месяцам отличается от общегородского очень высокой неравномерностью и смещением экстремумов: минимума с июня на август, а максимума с января на февраль. Это объясняется особенностями графика учебного процесса. В этих условиях особенно важно для работы без штрафных санкций со стороны энергоснабжающей организации ежемесячно контролировать электропотребление основных потребителей и своевременно корректировать его величину в сторону уменьшения или увеличения путём оформления соответствующих уведомлений в электроснабжающую организацию.
4. Целями составления баланса потребления электроэнергии являются: определение структуры потребления отдельными группами электроприемников, находящихся на обследуемом объекте; разработка рекомендаций по снижению электропотребления и определение лимитов потребления на перспективный период.

Лекция 10. Технический отчёт по результатам энергетического обследования.

Часть 2

Структура и содержание технического отчёта рассмотрены на примере отчёта по результатам энергетического обследования лабораторного корпуса технического

университета – типичного объекта бюджетных учреждений образования; в лекции представлены разделы отчёта, содержащие анализ систем теплоснабжения, водоснабжения и водоотведения.

10.1. Анализ теплоснабжения

Теплоснабжение корпуса осуществляет ОАО "Областные коммунальные системы" по Государственному контракту № 86 от 01.01.2010 г. Лимит потребления тепловой энергии составляет 2300,0 Гкал на 2010 год в натуральном выражении, в стоимостном 2703,02 тыс. руб. Реальное количество тепловой энергии 2272,04 Гкал. Максимальная часовая нагрузка составила 0,279 Гкал/ч.

Ежесуточные показания теплосчётчика ИБМ ТЭН-05М № 36451 лабораторного корпуса фиксируются в журнале учёта тепловой энергии с передачей в ОКС выписки с данными 15 и 30(31) числа текущего месяца. Право на предварительную (не менее чем за 30 дней до начала квартала) совместную корректировку объёмов потребления теплоэнергии в соответствии с п.п.3.2.1. контракта со стороны инженерно-технических и финансовых подразделений не используется.

По контракту раздел системы теплоснабжения по эксплуатационной ответственности определяется границей, которой является наружная стена здания. Теплосеть от границы раздела под стеной и по подвалу находится на балансе и эксплуатационной ответственности абонента ТГУ. ГВС осуществляется от бойлерной, установленной в тепловом пункте, путем нагревания холодной воды от подведённой тепловой энергии. Расход воды в корпусе на ГВС не определяется. Прибор учёта горячего водоснабжения в третьем корпусе отсутствует. Расход холодной воды определяется счётчиком СКВ 20/40 № 30846.

Годовое потребление тепловой энергии, сведения о потреблении тепловой энергии и ГВС по корпусу и финансовых затратах в 2008-2011 годах приведены в [таблица 10.1](#). Динамика теплопотребления за 5 лет иллюстрируется [рис. 10.1](#)

Таблица 10.1. Потребление тепловой энергии в 2008-2011 г.г.						
Год	Лимит, Гкал.	Факт, Гкал.		Тариф, тыс. руб.	Затраты, тыс. руб.	
		Отопление, ГВС	Всего		Отопление, ГВС	Всего
2008		2333,33	2333,33	0,821	1915,66	1915,66
2009		2067,72	2067,72	1,027	2123,55	2123,55
2010		2620,95	2620,95	1,192	3124,17	3124,17
2011	2300,0	2272,04	2272,04	1,192	2708,27	2708,27

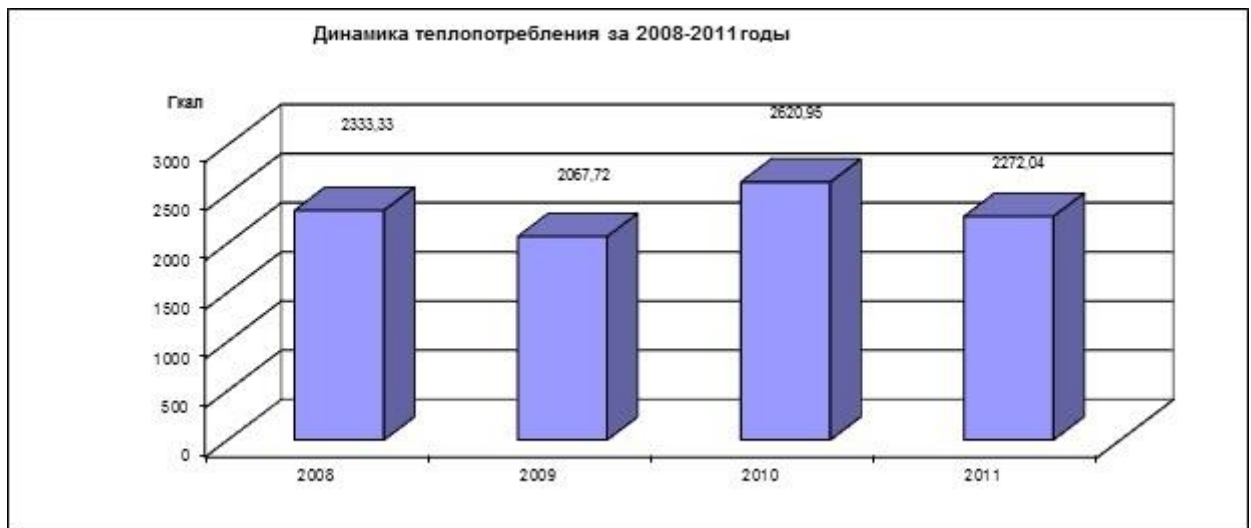


Рис. 10.1.

Расчетная годовая потребность в тепловой энергии на отопление определяется в соответствии с методикой МДК 4-05.2004. Исходными являются следующие значения основных параметров: объём корпуса по наружному обмеру $V = 63547 \text{ м}^3$; удельная отопительная характеристика $q_0 = 0,248 \text{ ккал}/(\text{м}^3 \cdot \text{ч} \cdot ^\circ \text{C})$; требуемая температура воздуха внутри зданий высших учебных заведений $t_j = +18^\circ \text{C}$ [42], таблица 10.2; средняя температура наружного воздуха за отопительный период $t_{po} = -3,5^\circ \text{C}$ [42], таблица 10.1; коэффициент инфильтрации $K_{и.р.} = 0,076$; продолжительность отопительного периода для зданий учебных учреждений составляет $n = 5112 \text{ час}$ (213 сут.); ГСОП $= D_d = 4579,5^\circ \text{C}$ сут. [42], таблица 10.3. Годовая потребность на отопление согласно п. 3.2.1. и прил. 3 [42] рассчитывается по формуле

$$Q_0 = V q_0 (t_j - t_{po}) \cdot (1 + K_{и.р.}) \cdot n \cdot 10^{-6}, \text{ Гкал/год.}$$

Расчетный коэффициент инфильтрации $K_{и.р.}$ определяется по формуле [14].

$$K_{и.р.} = 10^{-2} \sqrt{\left[2qL \left(1 - \frac{273+t_n}{273+t_j} \right) + w_0^2 \right]}, \text{ Гкал/год.}$$

где приняты следующие обозначения: расчетная температура наружного воздуха для проектирования отопления в местности, где расположено здание $t_0 = -28^\circ \text{C}$

расчетная для местности скорость ветра в отопительный период $w_0 = 3,4 \text{ м/с}$

ускорение свободного падения $g = 9,8 \text{ м/с}^2$

высота здания $L = 16,5 \text{ м}$. Результат расчётов: годовая потребность в тепле на отопление лабораторного корпуса составляет 1688,37 Гкал/год.

Далее проводится расчёт потребности в тепловой энергии для нужд горячего водоснабжения. Исходными являются следующие значения основных параметров: температура горячей воды в отопительный период $t_h = 55^\circ\text{C}$; температура горячей воды в неотапливаемый период $t_{hs} = 55^\circ\text{C}$; температура холодной водопроводной воды в отопительный период $t_c = 5^\circ\text{C}$; температура холодной водопроводной воды в летнее время $t_{cs} = 15^\circ\text{C}$ коэффициент, учитывающий потери тепла в трубопроводах внутренней разводки системы горячего водоснабжения $K_{mn} = 0,2$; коэффициент, учитывающий изменение среднего расхода воды на горячее водоснабжение в неотапливаемый период, устанавливается местными органами власти $B=0.8$ [33]. Количество суток работы горячего водоснабжения в отопительный и неотапливаемый период рассчитаны по производственному календарю (5-тидневная рабочая неделя, 213 сут. - продолжительность отопительного периода) Расчет выполняем согласно п. 3.4.1. и прил. 3 [42] по формуле:

$$Q_h = (1 + E_{oi}) \cdot a \cdot N((t_h - t_c) \cdot n_i + \beta \cdot n_c \cdot (t_{hc} - t_{cs}) \cdot 10^{-6}) \text{ (Гкал/год)}, \text{ где } a = 6 \text{ л/сут} - \text{суточная норма расхода на горячее водоснабжение; } N = 1667 - \text{количество человек в корпусе; } n_0 = 213 - \text{число суток работы горячего водоснабжения в отопительный период; } n_c = 137 - \text{число суток работы горячего водоснабжения в неотапливаемый период.}$$

Результат расчётов: годовая потребность в тепле на горячее водоснабжение лабораторного корпуса составляет 162,37 Гкал/год. Тепловые потери в системе теплоснабжения определяем по формулам укрупненных расчетов согласно [33]. Исходными являются следующие значения основных параметров: $C_v = 1 \text{ ккал/кг}^\circ\text{C}$ – теплоёмкость воды; $t_{пр}^{ст} = 77^\circ\text{C}$ - средняя температура теплоносителя в прямой тепловой сети; $t_{подп} = 55^\circ\text{C}$ - температура подпиточной воды;; $\tau = 5112 \text{ ч}$ - число часов работы системы отопления; $\gamma = 975,2 \text{ кг/м}^3$ - плотность воды при средней температуре за планируемый период; $V_{вс} = 30,0 \text{ м}^3/\text{Гкал}$ - удельный объем воды, который определяется в зависимости от характеристики системы и расчетного графика температур; $0,248 q_0 \text{ Вт/(м}^3\text{}^\circ\text{C)}$ - нормативная удельная тепловая характеристика; $t_j = +18^\circ\text{C}$ - требуемая температура воздуха внутри зданий высших учебных заведений; $t_0 = -28^\circ\text{C}$ - расчетная температура наружного воздуха для проектирования отопления в местности, где расположено здание; $K_{и.р} = 0,076$ коэффициент инфильтрации.

На основе проведённых расчётов определяются основные энергетические показатели (таблица 10.2), удельные энергетические характеристики (таблица 10.3) и составляется баланс тепловой энергии, структура которого представлена в таблице 10.4

Таблица 10.2. Энергетические показатели лабораторного корпуса			
Наименование показателя	Обозначение	Размерность	Величина
Общие теплопотери через ограждающую оболочку здания за отопительный период	Q_h	МДж	14030230
		Гкал	3367,255
Удельные бытовые тепловыделения в здании	q_{int}	Вт/м ²	23,82

Бытовые теплопоступления в здание за отопительный период	Q_{int}	МДж	6456549
Теплопоступления в здание от солнечной радиации за отопительный период	Q_s	МДж	1622517
Потребность в тепловой энергии на отопление здания за отопительный период	Q_h^v	МДж	11554506
		Гкал	2773,081

Таблица 10.3. Потребление тепловой энергии в 2008-2011 г.г.

Тип здания	Отапливаемый объем, m^3	Потребленное тепло		Разность расчетных температур внутреннего и наружного воздуха, $^{\circ}C$	Удельная характеристика, $Вт/(m^3 \cdot ^{\circ}C)$		Величина отклонения фактического значения от нормативного
		ГДж	Гкал		Фактическая	Нормативная	
Лабораторный корпус	48421,1	11626,659	2790,398	46	0,268	0,248	8%

Таблица 10.4. Структура теплового баланса лабораторного корпуса

Статьи затрат теплового баланса здания	Количество теряемой тепловой энергии за отопительный период (год)	
Трансмиссионные теплопотери через:	Гкал	%
наружные стены	153,488	4,54
окна	860,721	25,44
наружные двери и ворота	2,622	0,08
Крыша (чердачное перекрытие)	xxxxxxx	xxxxx
цокольное перекрытие неотапливаемое	0,000	0,000
стены цокольного этажа (подвала) выше уровня земли	12,838	0,38
ограждающие конструкции цокольного этажа (подвала), заглубленные в грунт	32,355	0,96
Энергозатраты на подогрев инфильтрующегося воздуха	2321,372	68,61
ИТОГО теплопотерь	3383,396	100,00
Теплопоступления, в том числе от:		
людей и бытовых приборов	1549,572	45,80
солнечной радиации через окна	389,404	11,51
ИТОГО за вычетом теплопоступлений	1444,420	42,69

Заключительный раздел главы, посвящённый анализу теплопотребления, обычно содержит констатирующие положения, перечисление выявленных недостатков и

предложения по повышению энергоэффективности. Для лабораторного корпуса ГТУ эта часть может быть следующего содержания.

Выводы по разделу "Анализ теплопотребления корпуса"

1. По энергетической эффективности корпус относится к классу D.
2. Фактическое значение годового потребления теплоэнергии ниже расчетного на 8,0%.
3. Сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций здания ниже нормативного значения и не соответствуют требованиям по теплозащите здания, кроме наружных дверей. В результате чего теплопотери через покрытие крыши, наружные стены и окна достаточно высоки.
4. Требуемый расход на отопление здания, рассчитанный по СНиП 23-02-2003, незначительно превышает фактическое потребление. Требуемые параметры микроклимата в здании в отопительный период соблюдаются. Наблюдается неравномерное распределение тепла, что требует более тонкой регулировки потокораспределения и более детального анализа работы системы отопления.
5. Теплопотери через крышу здания превышают значения через другие ограждающие конструкции. Рекомендуется выполнить утепление чердачного перекрытия.

10.2. Анализ водопотребления и водоотведения

Водоснабжение лабораторного корпуса осуществляется из водопроводных сетей, находящихся на балансе МУП "Горводоканал", на основании контракта № 79 от 4 апреля 2002 г. Ежегодно договор пролонгируется. Система холодного водоснабжения состоит из следующих устройств: магистральных трубопроводов, стояков и подводок к водоразборным устройствам. Схема водопровода тупиковая с нижней разводкой. Общее количество в зданиях умывальников (рукомойников) с водоразборным краном – 12 шт., унитазов со смывным бачком – 42 шт. Состояние системы водоснабжения зданий, в том числе состояние трубопроводов и запорной арматуры, находится в удовлетворительном состоянии. ГВС осуществляется от бойлерной, путем нагрева холодной воды от подведенной тепловой энергии.

В [таблица 10.5](#) приведены сведения о потреблении холодной воды лабораторным корпусом за последние четыре года. Из анализа представленных данных видно, что, несмотря на разницу потребленной воды за 2011 и 2008 год, составляющую **2186м³**, явно выраженная тенденция к увеличению объемов водопотребления отсутствует. Максимальная стоимость водоснабжения зафиксирована в 2010 г. Самый низкий показатель объема потребленной воды за последние четыре года наблюдается в 2009 г.

Таблица 10.5. Сведения о водопотреблении и водоотведении

Год	Холодное водоснабжение м ³	Тариф руб/ м ³	Стоимость руб.	Водоотведение м ³	Тариф руб/ м ³	Стоимость руб.
2008	34122	11,5601	394450,32	34122	6,5488	394453,73
2009	28632	11,2151	321110,74	28632	7,493	321110,74
2010	29395	14,4547	424895,91	29395	9,2746	424895,91
2011	29593	14,408	426375,94	29593	11,6233	426375,94

Диаграмма, отображающая динамику водопотребления и водоотведения, в течение четырех последних лет представлена на [рис. 10.2](#).

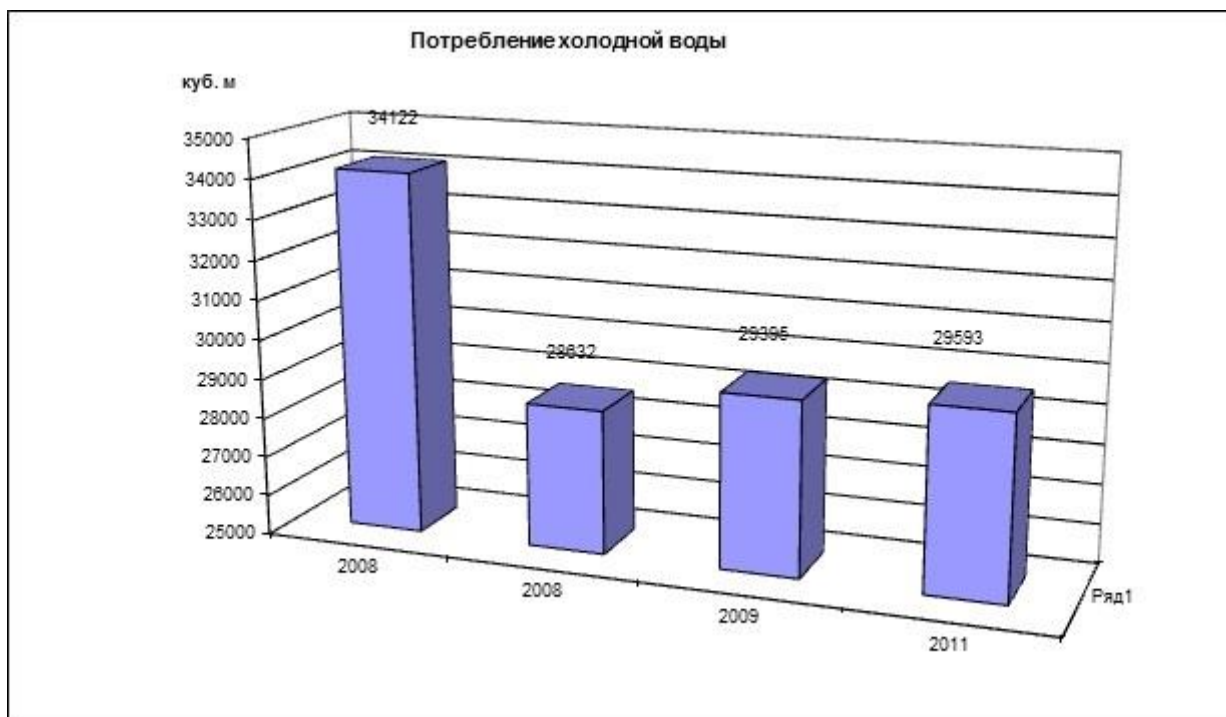


Рис. 10.2.

Лимиты, установленные в 2010 г. на водопотребление и водоотведение и составляющие 30 тыс. куб. м несколько выше реальных объёмов водопотребления и водоотведения. Для расчета годового водопотребления используются нормативные данные [33].

Средний расход водопроводной воды за расчетный год в кубометрах вычисляется по формуле:

$$Q_{\text{год}} = N * q_u * T / 100$$

где q_u – суточный расход воды (л), N – количество потребителей, чел; T – число рабочих дней, сут.

Общее количество отведенной воды равно сумме потребленной холодной и горячей воды. Результаты расчетов по лабораторному корпусу приведены в табл. [таблица 10.6](#).

Таблица 10.6. Расчет объемов водопотребления и водоотведения						
Кол-во студ. и сотрудников	Норма водопотребления л., л/сут.(СНиП 2.04.01-85)	Кол-во рабочих дней	Водопотребление куб.м./сут	Водопотребление куб.м./год	Водоотведение куб.м./сут	Водоотведение куб.м./год
Холодное водоснабжение						
1762	11,2	248	19,73	4894,13	19,73	4894,13
Горячее водоснабжение						
1762	6	248	10,57	2621,86	10,57	2621,86

Как видно из расчетных данных, суммар м^3 расчетное потребление холодной воды лабораторным корпусом составляет 7515,99 в год. Этот показатель существенно ниже реального за последние четыре года.

Выводы по разделу " Анализ водопотребления и водоотведения"

1. Выявлен существенный перерасход воды по сравнению с расчётным значением.
2. Остро необходимы разработка и проведение мероприятий, направленных на снижение потребления воды.
3. После разработки и утверждения программы энергосбережения для лабораторного корпуса лимит необходимо скорректировать на значение реальной экономии в натуральном и денежном выражении.

Ключевые термины:

Граница балансовой принадлежности тепловых сетей – линия раздела тепловой сети между теплоснабжающей организацией и абонентом.

Удельная отопительная характеристика здания – показатель, определяющий средние тепловые потери одного кубометра здания, отнесённые к разности температур снаружи и внутри здания $1^\circ\text{C}(\text{Вт}/\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C})$.

Отопительный эффект прибора – отношение количества фактически выделяемой прибором теплоты для создания в помещении заданных условий теплового комфорта к расчётным потерям теплоты помещением.

Краткие итоги лекции:

1. Расчетная годовая потребность в тепловой энергии на отопление определяется в соответствии с методикой МДК 4-05.2004. Исходными являются следующие значения основных параметров: объём корпуса по наружному обмеру $V=63547 \text{ м}^3$; удельная отопительная характеристика $q_0 = 0,248 \text{ ккал}/(\text{м}^3 \cdot \text{ч} \cdot ^\circ\text{C})$; требуемая температура воздуха внутри зданий высших учебных заведений $t_j = +18^\circ\text{C}$, [таблица 10.3](#); средняя температура наружного воздуха за отопительный период $t_{p0} = -3,5^\circ\text{C}$ [таблица 10.1](#); коэффициент инфильтрации $K_{\text{и.р.}} = 0,076$; продолжительность отопительного периода для зданий учебных учреждений составляет $n = 5112 \text{ час}(213 \text{ сут.})$; $\text{ГСОП} = D_d = 4579,5^\circ\text{Cсут.}$
2. Расчёт потребности в тепловой энергии для нужд горячего водоснабжения. Исходными являются следующие значения основных параметров: температура горячей воды в отопительный период $t_h = 55^\circ\text{C}$; температура горячей воды в неотопительный период $t_{hs} = 55^\circ\text{C}$; температура холодной водопроводной воды в отопительный период $t_c = 5^\circ\text{C}$; температура холодной водопроводной воды в летнее время $t_{cs} = 15^\circ\text{C}$; коэффициент, учитывающий потери тепла в трубопроводах внутренней разводки системы горячего водоснабжения $K_{\text{тп}} = 0,2$; коэффициент, учитывающий изменение среднего расхода воды на горячее водоснабжение в неотопительный период, устанавливается местными органами власти $B=0.8$.

Лекция 11. Технический отчёт по результатам энергетического обследования.

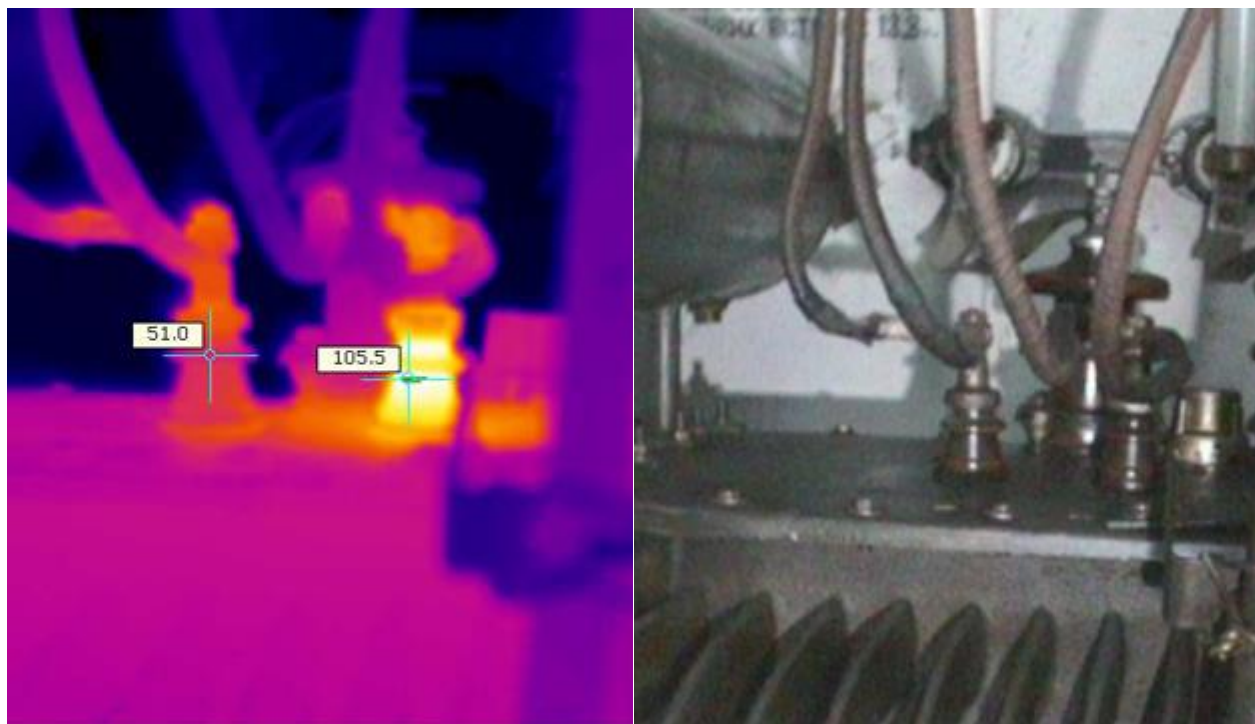
Часть 3

структура и содержание технического отчёта рассмотрены на примере отчёта по результатам энергетического обследования лабораторного корпуса технического университета – типичного объекта бюджетных учреждений образования; в лекции представлены разделы отчёта, содержащие результаты инструментального обследования, их анализ и рекомендации по энергосбережению, сделанные на основе этого анализа.

11.1. Результаты инструментального обследования

Во вводной части этой главы отчёта целесообразно отметить, что инструментальное обследование проведено в соответствии с требованиями Федерального закона № 261-ФЗ, Государственных стандартов [34] [36] [43] и с учётом действующих строительных норм и правил [44] [45] [46] [47]. В рассматриваемом примере инструментального обследовании лабораторного корпуса университета с помощью портативных приборов были проведены электротехнические и теплотехнические измерения, а также инфракрасная диагностика. Для этой цели применялись следующие приборы: электроанализатор AR.5; мультиметр HT4022; расходомер ультразвуковой переносной Portaflow 300; термометр цифровой малогабаритный ТЦМ 9210-М2-03/03П; инфракрасный электронный термометр RAYST60; оптическая рулетка; инфракрасная камера (тепловизор) NEC TH5104 и нетбук. Протоколы измерений обычно приводятся в приложениях к техническому отчёту. Приведём наиболее типичные примеры результатов тепловизионного обследования систем электро- и теплоснабжения, а также ограждающих конструкций здания. Термографическое обследование проведено 12 января 2012 года.

11.1.1. Наименование объекта: трансформатор ТМ 1000 ТП-4



Описание дефекта: повышенный нагрев ввода трансформатора.

Рекомендации: Дефект аварийный, снижает энергоэффективность. Требуется немедленное устранение дефекта.

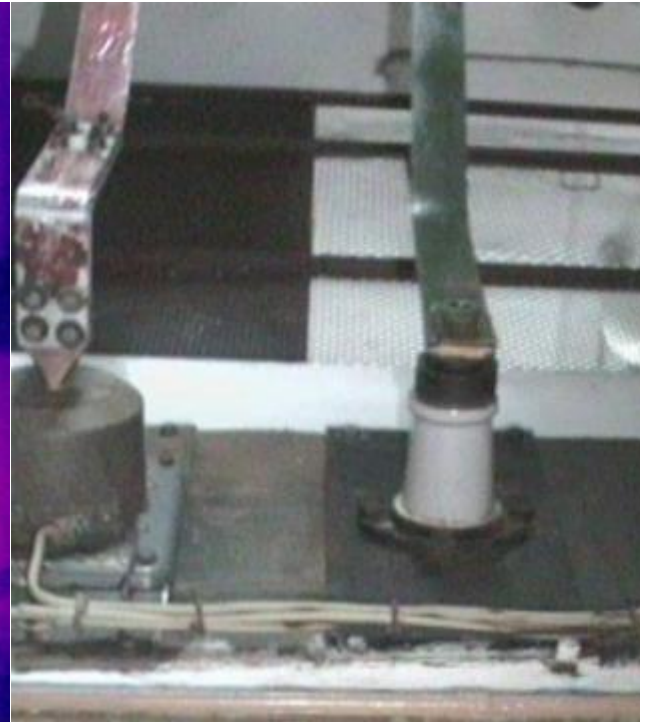
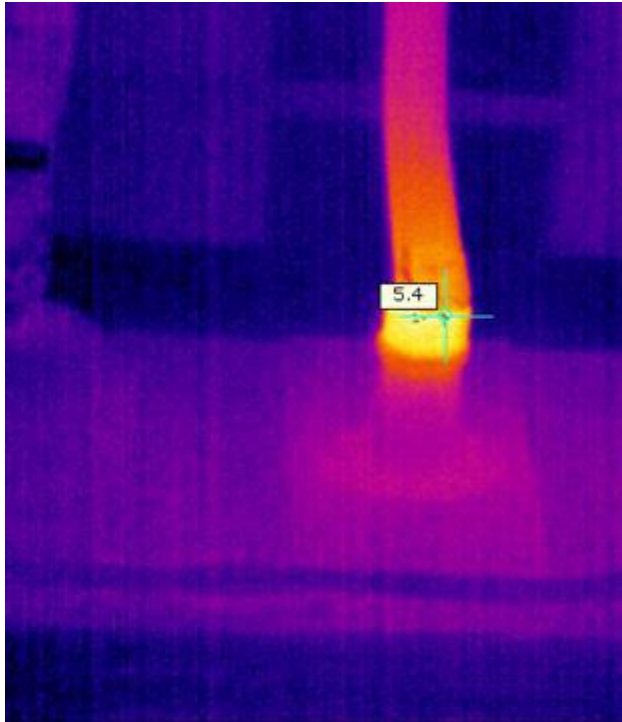
Атмосферная температура

−4°C

Расстояние до объекта

2м

11.1.2. Наименование объекта: фидер лабораторного корпуса, (проходной изолятор)



Описание дефекта:нагрев присоединения шины к проходному изолятору.

Рекомендации:Развившийся дефект, снижает энергоэффективность. Принять меры по устранению дефекта при ближайшем выводе оборудования из работы.

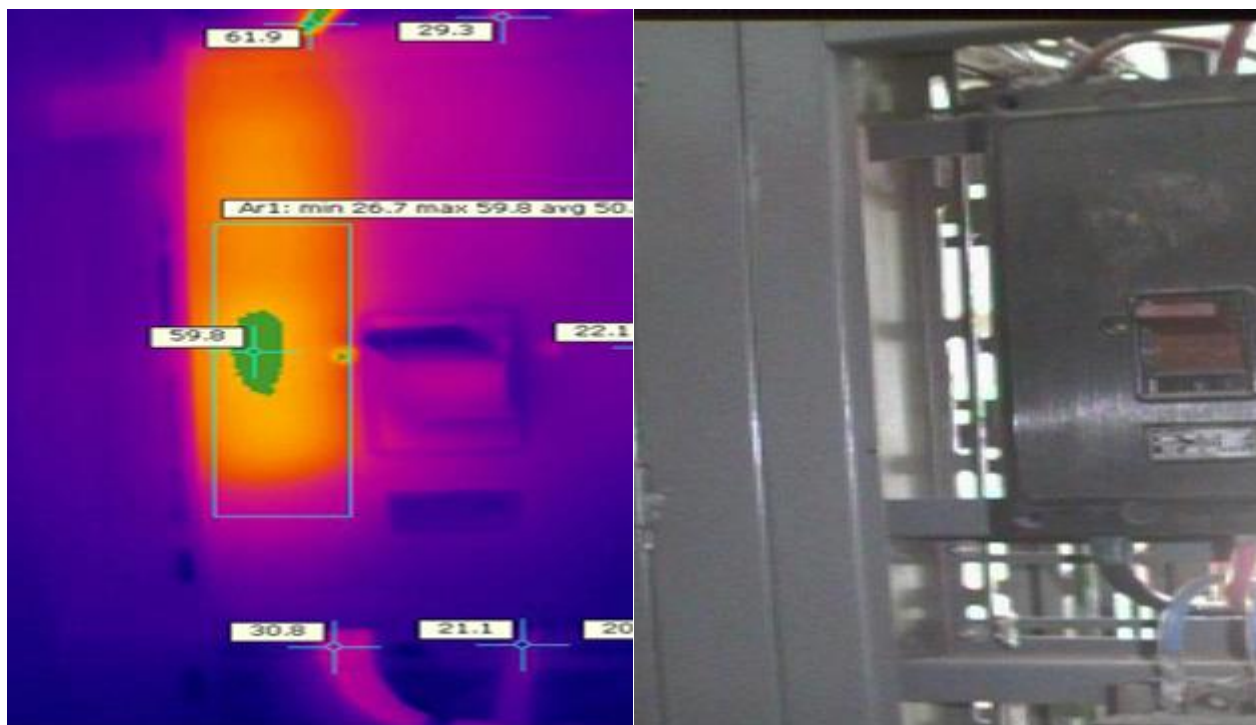
Атмосферная температура

0°C

Расстояние до объекта

2м

11.1.3. Наименование объекта: автоматический выключатель обогрева



Описание дефекта: повышенный нагрев внутри автомата и верхнего левого проводника.

Рекомендации: Дефект аварийный, снижает энергоэффективность. Требуется немедленное устранение дефекта.

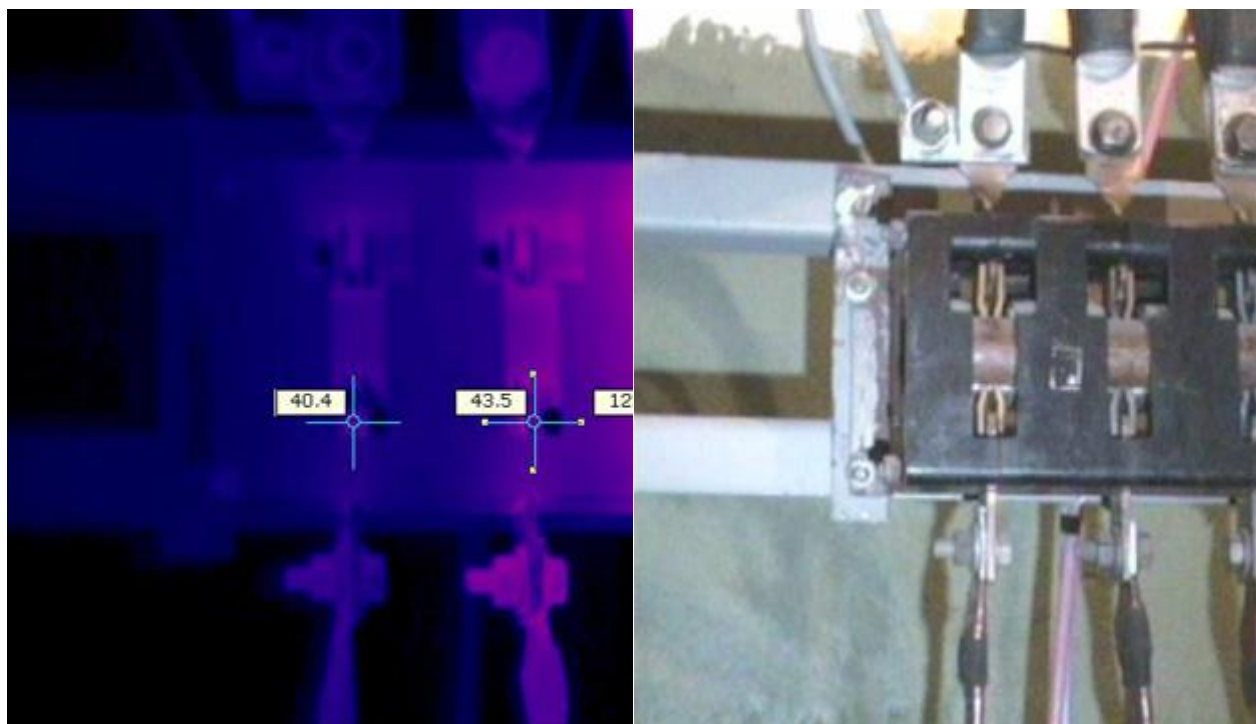
Атмосферная температура

0°C

Расстояние до объекта

2м

11.1.4. Наименование объекта: рубильник электрической печи



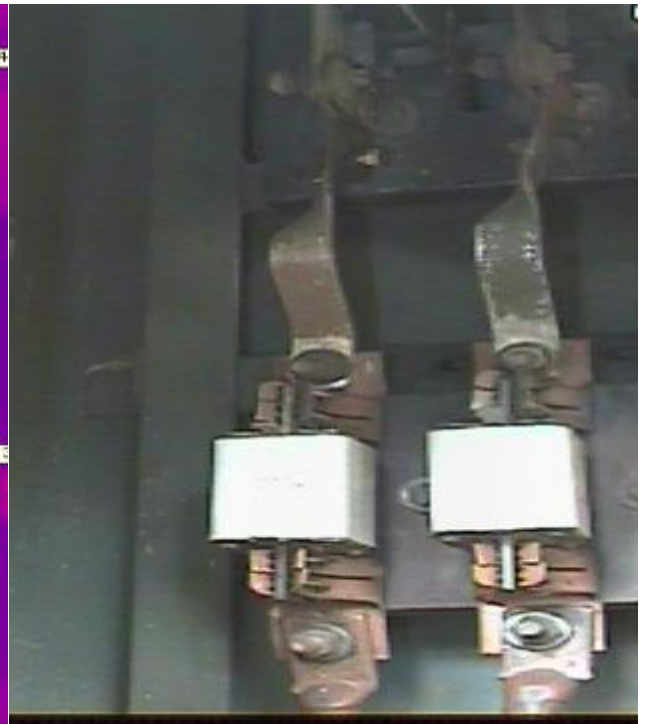
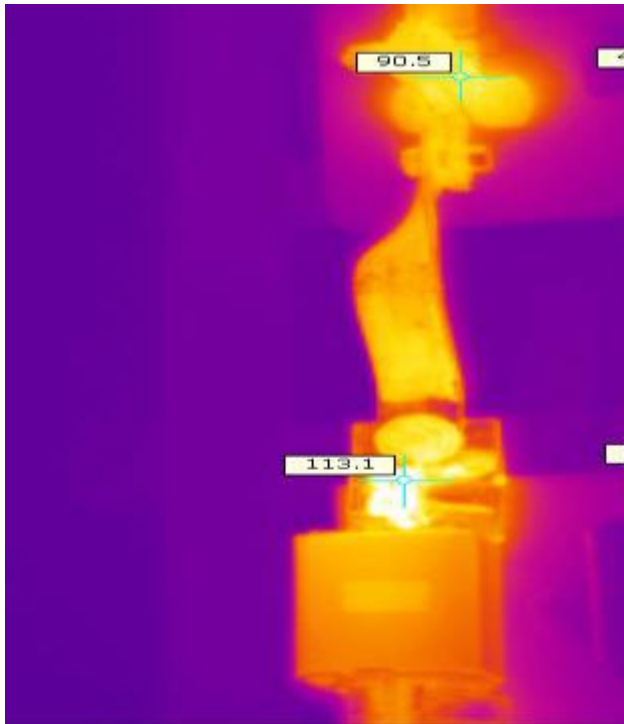
Описание дефекта:повышенный нагрев между подвижным и неподвижным контактом рубильником.

Рекомендации: Дефект аварийный, снижает энергоэффективность. Требуется немедленное устранение дефекта.

Атмосферная температура 25°C

Расстояние до объекта 1 м

11.1.5. Наименование объекта: рубильник и предохранитель сушильного шкафа



Описание дефекта: нагрев верхней контактной части предохранителя.

Рекомендации: Дефект аварийный, снижает энергоэффективность. Требуется немедленное устранение дефекта.

Атмосферная температура 25°C

Расстояние до объекта 1 м

11.1.6. Наименование объекта: теплотрасса к лаборатории литейного оборудования



Описание дефекта: разрушение изоляции труб

Рекомендации: Дефект, существенно снижающий энергоэффективность. Требуется немедленное устранение дефекта.

Атмосферная температура

2°C

Расстояние до объекта

3 м

11.1.7. Наименование объекта: теплофикационный ввод лаборатории литейного оборудования



Описание дефекта: разрушение изоляции труб

Рекомендации: Дефект, существенно снижающий энергоэффективность. Требуется немедленное устранение.

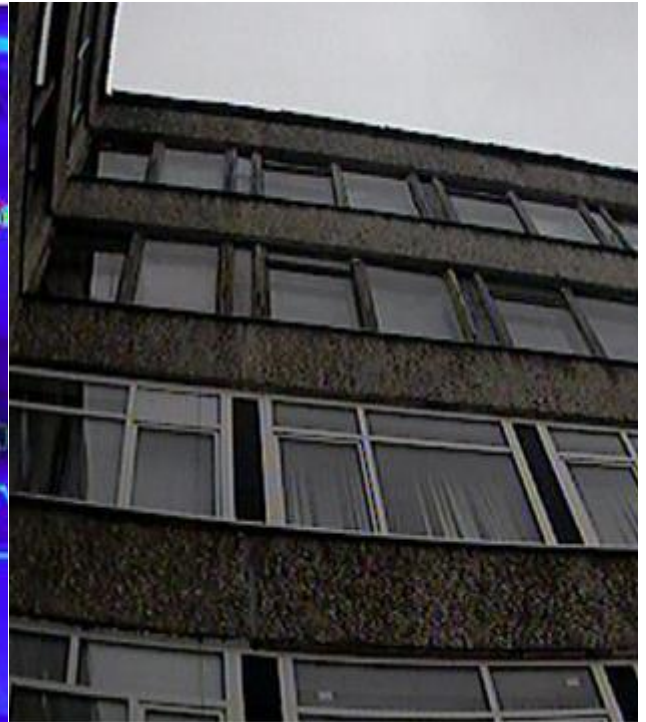
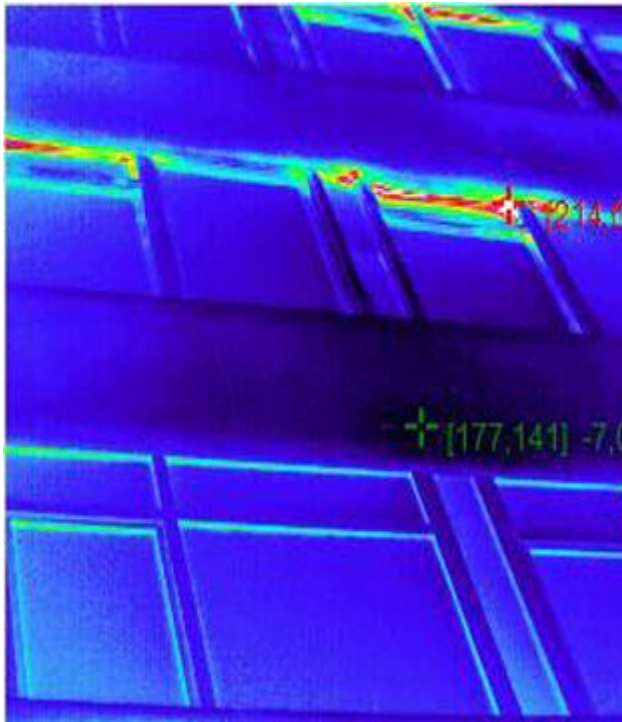
Атмосферная температура

2°C

Расстояние до объекта

5 м

11.1.8. Наименование объекта: стена лабораторного корпуса со стороны внутреннего двора



Описание дефекта: плохая теплоизоляция в верхней части ветхих деревянных оконных блоков

Рекомендации: Дефект, существенно снижающий энергоэффективность. Требуется установка современных стеклопакетов.

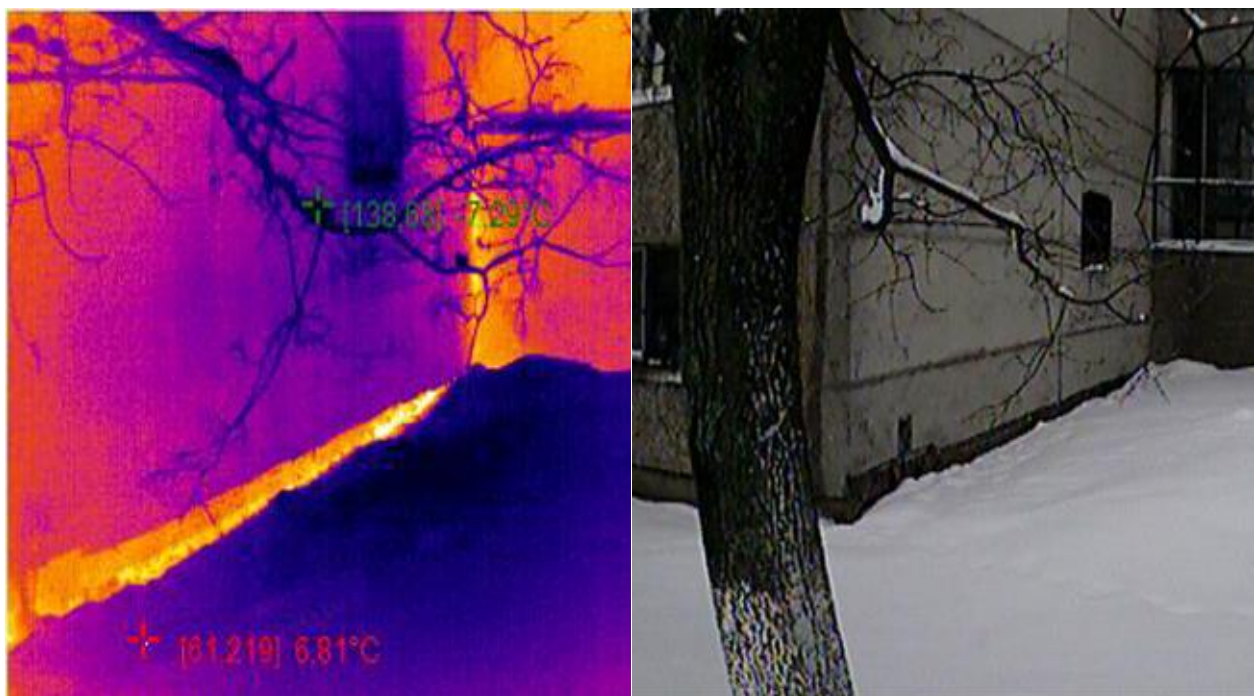
Атмосферная температура

-8°C

Расстояние до объекта

15 м

11.1.9. Наименование объекта: стена лабораторного корпуса со стороны внутреннего двора



Описание дефекта: плохая теплоизоляция стыков бетонных плит

Рекомендации: Дефект, существенно снижающий энергоэффективность. Требуется проведение теплоизоляции стыков.

Атмосферная температура

−8°C

Расстояние до объекта

10 м

11.1.10. Наименование объекта: дверь запасного выхода



Рекомендации: Дефект, существенно снижающий энергоэффективность. Требуется проведение теплоизоляции.

20°C

3 M

[illegible]

При тарифе 4,12 руб./кВтч устранение некачественных КС обеспечивает снижение затрат на электроэнергию примерно на 42 тыс. руб. в год.

Как следует из материала девятой лекции (табл. 9.2), в лабораторном корпусе наряду с традиционными люминесцентными лампами (класс энергоэффективности - В) широко используются лампы накаливания (класс энергоэффективности - Е) и полностью отсутствуют энергосберегающие компактные люминесцентные лампы (класс энергоэффективности - А). Очевидно, что переход на более эффективные источники света может дать значительную экономию электроэнергии. При этом наименее затратна замена ламп накаливания (ЛН) по мере их выхода из строя компактными люминесцентными лампами (КЛЛ) с аналогичными цоколями. На момент проведения энергетического обследования по данным табл.9.2 (лекция 9) на объекте используется 40 ламп накаливания мощностью 60 Вт. Таким образом, их установленная мощность 2,4 кВт, что составляет около 3,86% от общей мощности системы освещения (62,22 кВт). Годовое расчетное потребление электроэнергии на освещение – 61720 кВтч (табл. 9.5). Следовательно, потребление ламп накаливания составляет – $0,0386 \cdot 61720 = 2382,4$ кВтч. Замена ЛН мощностью 60 Вт на КЛЛ с таким же световым потоком (545 лм) мощностью 12 Вт позволит снизить потребление электроэнергии в 5 раз, т.е. приблизительно до 476,5 кВтч. Экономия электроэнергии составит 1904,9 кВтч. При тарифе на электроэнергию – 4,12 руб./кВтч снижение затрат на освещение в денежном выражении составит 7848 руб.

Существенную экономию даёт применение новых типов пуско-регулирующей аппаратуры (ПРА) для люминесцентных ламп. В лабораторном корпусе установлены светильники с дроссельными ПРА. Целесообразна их замена на электронные аппараты, обеспечивающие снижение потерь электроэнергии, продление срока службы ламп, улучшения качества света и бесшумность работы. Для уменьшения затрат не следует менять весь светильник, достаточно заменить в нем электромагнитный ПРА на электронный аналог. Коэффициент полезного действия электронных ПРА достигает 93%, а коэффициент мощности около 0,98. У дроссельных ПРА эти параметры имеют значения 60% и 0,7, соответственно. Для обоснования экономического эффекта от замены ПРА в отчёте об энергетическом обследовании целесообразно привести основные расчётные формулы и значения входящих в них величин.

Установленная мощность светильников с люминесцентными лампами, определяется по формуле $P_{\Sigma} = n_{\text{л}} \cdot n_{\text{с}} \cdot P_{\text{л}} / \eta$, где, $n_{\text{л}}$ количество ламп в светильнике; $n_{\text{с}}$ количество светильников; $P_{\text{л}}$ – номинальная мощность лампы, Вт; η - к.п.д. Годовые финансовые затраты на электроэнергию для освещения рассчитываются так: $Z = z \cdot P_{\Sigma} \cdot K_{\text{с}} \cdot T / 1000$, где z – стоимость 1 кВтч электроэнергии в рублях; $K_{\text{с}}$ – коэффициент спроса. Для определения затрат на замену ламп, перегорающих в течение года применяется следующая формула: $m = K_{\text{с}} \cdot c \cdot n_{\text{л}} \cdot n_{\text{с}} \cdot T / \tau$ где c – цена лампы; τ - срок службы лампы. Финансовые затраты на приобретение электронных ПРА компенсируются в течение срока окупаемости за счёт уменьшения расходов на оплату электроэнергии и на замену перегоревших ламп.

В качестве исходных при проведении энергоаудита лабораторного корпуса использовались следующие данные: в лабораторном корпусе установлено 486 светильников с двумя лампами типа ЛЛ-36; стоимость одного кВтч электроэнергии – 4,12 руб.; коэффициент спроса для осветительных приборов вузов – 0,7; цена лампы ЛЛ-36 – 20 руб; срок службы лампы с электронным и электромагнитным ПРА, соответственно, 12 и 6 тыс. часов; среднегодовое количество часов эксплуатации лампы в вузе - 8760 часов;

стоимость электронного ПРА производства фирмы "ЭЛЕКТРО-ПЕТЕРБУРГ" (<http://www.epga.ru/>) - 490 руб, Предполагается, что замена ПРА производится службой главного энергетика университета в плановом порядке. Результаты расчёта сведены в [таблица 11.2](#)

Таблица 11.2.

Количество светильников, шт	486	486
Тип ПРА	Электромагнитный	Электронный
Мощность, потребляемая светильником, Вт	120	76
Установленная мощность светильников, кВт	58,3	36,9
Потребляемая энергия в год, кВтч	357495,6	226270,8
Стоимость электроэнергии в год, тыс. руб.	1472,9	932,2
Стоимость приобретаемых ПРА, тыс. руб.	-	238,1
Количество ламп, подлежащих замене в год, шт.	993	497
Стоимость ламп, приобретаемых в теч. года, тыс.руб.	19,9	9,9
Экономический эффект в год замены ПРА, тыс. руб.	312,6	
Срок окупаемости, лет	0,76	

11.2.2. Снижение потребления тепловой энергии и объёмов водоснабжения и водоотведения

Результаты тепловизионного обследования (11.1.6–11.1.10) свидетельствуют о наличии многочисленных повреждений теплоизоляции трубопроводов и элементов конструкции зданий. Их устранение является малозатратным и может быть выполнено службой главного энергетика университета. В табл. 11.3 - 11.6 представлены результаты расчётов эффективности этих мероприятий.

Таблица 11.3. Изоляция трубопроводов системы отопления и ГВС

Изоляция трубопроводов системы теплоснабжения	Ф, мм, труб	t °C трубы	t °C в помещении	L, п.м. труб	Δt °C	ΔQ*, Вт/п.м, уд. потери	Q, Гкал за отопит. сезон
Наружные трубопроводы и тепловые вводы в лабораторный корпус	108	70,56	23	25	40	155	4,5
Трубопроводы системы ГВС в подвале лабораторного корпуса	60	51	23	220	40	93	23,8
Итого:							28,3
Экономический эффект за планируемый период		99,06		Гкал		135,6	Тыс. руб

- 1 Гкал=1350 руб., в ценах 2011г
- ΔQ*-удельные потери неизолированными трубопроводами Таблица 16 МДК1-01-2002
- 1ккал/час = 1,163Вт

Таблица 11.4. Установка теплоотражающих экранов

Наименование	Q, Вт/м.кв.	t °C наружное	t °C в помещении	Δt °C	R, Вт/м.кв.	F, м. кв.	1+Σb,%	n, единиц	Qогр, Гкал
Монтаж (приклеивание) теплоотражающих экранов за отопительными приборами, (материал вспененный)	235,3	-28	16	44	0,187	80	15	0,1	19,1

полиэтилен 10мм, покрытый фольгой и клеящимся составом)									
Экономический эффект на планируемый период	19,10					Гкал	25,8		Тыс. руб

- СНиП II-3-79 "Строительная теплотехника"

Таблица 11.5. Утепление оконных блоков									
Наименование	Q, Вт/м.кв.	t °C наружное в стыке	t °C в помещении	Δt °C	R, Вт/м.кв.	S, м. кв.	1+Σb,%	n, единиц	Qогр, Гкал
Утепление оконных блоков 37 окон здания, 80п.м швов	156,0	26	18,7	7,3	0,709	8	15	0,1	1,5
Экономический эффект на планируемый период	1,50					Гкал	2,0		Тыс. руб

Таблица 11.6. Заделка стыковых швов в строительных конструкциях									
Наименование	Q, Вт/м.кв.	t °C наружное в стыке	t °C в помещении	Δt °C	R, Вт/м.кв.	S, м. кв.	1+Σb,%	n, единиц	Qогр, Гкал
Заделка стыковых швов в строительных конструкциях здания, 45п.м	156,0	26	18,7	7,3	0,32	9	15	0,1	1,6
Экономический эффект на планируемый период	1,60					Гкал	2,2		Тыс. руб

Таблица 11.7. Утепление дверей и ворот									
Наименование	Q, Вт/м.кв.	t °C наружное в стыке	t °C в помещении	Δt °C	R, Вт/м.кв.	S, м. кв.	1+Σb,%	n, единиц	Qогр, Гкал
Утепление дверных проемов и гаражных ворот	156,0	26	18,7	7,3	0,709	3,2	15	0,1	0,6
Экономический эффект на планируемый период	0,60					Гкал	0,8		Тыс. руб

Таблица 11.8. Мероприятия по снижению объёмов водоснабжения и водоотведения						
Мероприятие	Обычный прибор. Расход, литр/час	Расход прибором эконом класс, литр/час	Эконом. эффект, литр/час	Количество приборов в учреждении, шт.	Экономический эффект, тонн/год	Экономич. эффект тыс/рубл
Установка унитазов с двухрежимными сливными бачками	81	52,65	28,35	10	485,352	14,381
Установка регуляторов расхода воды на краны в раковинах	30	21	9	15	231,12	6,848

К числу мероприятий, обеспечивающих существенное снижение расхода холодной воды относятся установка современной регулирующей аппаратуры. В таблице 11.7 представлены результаты расчётов эффективности их экономической эффективности.

Ключевые термины:

Инфракрасная диагностика – диагностика, основанная на том, что наличие практически всех видов дефектов оборудования или конструкций здания вызывает изменение температуры дефектных элементов.

Класс энергетической эффективности - показатель, отражающий отношение полезного эффекта от использования энергетических ресурсов к затратам энергетических ресурсов, произведенным в целях получения такого эффекта. Всего 7 классов энергетической эффективности: самый высокий -А, самый низкий – G.

ПРА- пуско-регулирующая аппаратура для газоразрядных ламп.

КЛЛ- компактные люминесцентные лампы.

Краткие итоги лекции:

1. В рассматриваемом примере инструментального обследования лабораторного корпуса университета с помощью портативных приборов были проведены электротехнические и теплотехнические измерения, а также инфракрасная диагностика.
2. Приведен наиболее типичные примеры результатов тепловизионного обследования систем электро- и теплоснабжения, а также ограждающих конструкций здания.
3. Результаты тепловизионного обследования свидетельствуют о наличии многочисленных перегревов элементов электрической сети лабораторного корпуса из-за плохих контактных соединений и повреждений теплоизоляции трубопроводов и элементов конструкции зданий. Устранение этих повреждений является малозатратным и может быть выполнено службой главного энергетика университета.

Заключение

Организация энергосбережения в масштабах страны - задача чрезвычайно сложная. Вот поэтому изложенные в курсе лекций материалы, посвященные проблемам энергосбережения, энергетического обследования и энергоаудита, могут вызвать противоречивое впечатление. С одной стороны, создана законодательная база новой государственной политики в области повышения энергоэффективности и энергосбережения, изданы многочисленные подзаконные акты, в том числе, постановления Правительства, определяющие пути реализации этой политики, появилась целая армия энергоаудиторов, а с другой стороны, мы все чувствуем, что ощутимых изменений в этой области в последние четыре года в стране не произошло. По-прежнему, отсутствует изоляция на трубах теплотрасс, нет простейших датчиков освещенности в подъездах домов. Как и двадцать лет назад из-за отсутствия регулирующей аппаратуры в большинстве квартир холод в морозные дни и жара при потеплении на улице. В результате декларируемая государством цель энергетического обследования в жилищно-коммунальном хозяйстве — сдерживание роста платежей населения за услуги ЖКХ путем рационализации их потребления и проведения работ по повышению энергетической эффективности, далека от реализации.

Очевидно, что за этапом энергетического обследования, должен следовать ещё более важный энергосервисный этап, целью которого является реализация мероприятий по энергосбережению. Именно на этом этапе должны произойти серьёзные положительные сдвиги в области энергоэффективности. К сожалению, абсолютное большинство учреждений и организаций бюджетной сферы, уже прошедших энергетическое

обследование, к реализации энергосберегающих мероприятий не приступило. Причины такого положения различны, но основная - финансовая. Даже те мероприятия, которые в шестой главе этой работы отнесены к малозатратным, требуют в целом немалых средств. Обычно финансирование заканчивается после проведения обязательного в соответствии Федеральным № 261 ФЗ энергоаудита. В первую очередь, это относится к организациям, финансируемым из бюджетов субъектов Федерации и муниципальных образований.

Для достижения реальных, а не бумажных результатов в процесс должны быть вовлечены большинство органов власти, все организации и граждане. Столь масштабная проблема может эффективно решаться в каждом муниципальном образовании, регионе и в целом по России только программными методами с четким выделением задач для каждого уровня. Статус Программ энергосбережения должен стать даже выше, чем у Программ развития коммунальной инфраструктуры, т. к. развитие коммунальных систем может осуществляться одновременно и путем энергосбережения, и созданием новых мощностей. Снижение потребления энергоресурсов и увеличение мощности систем энергоснабжения - это взаимоувязанные процессы и должны рассматриваться при энергетическом планировании совместно.

Литература

38. Правила устройства электроустановок. 7-е изд. с изм. и доп., М.: Госэнергонадзор. 2008. – 947 с
39. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей (утв. приказом Минэнерго РФ от 13 января 2003 г. N 6), М.: Госэнергонадзор. 2003. – 675 с
40. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации. РД 34.20.501.95. – 15-е изд. , М.: ОРГРЭС. 1996. - 342 с
41. Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок. РД 153-34.0-03.150-00. – 10-е изд. , М.: ОРГРЭС. 1998. - 247 с
42. Методики определения потребности в топливе, электрической энергии и воде при производстве и передаче тепловой энергии и теплоносителей в системах коммунального теплоснабжения. МДК 4-05. 2004, М.: ОРГРЭС. 2004. - 147 с
43. ГОСТ 8.417-2002. Государственная система обеспечения единства измерений. Единицы величин. , М.: Изд-во стандартов, 2002. – 9 с
44. СНиП 23-02-2003 -Тепловая защита зданий. Сборник СНиП. , М.: Стройиндустрия, 2011. – 412 с
45. СНиП 41-03-2003 - Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов., М.: Стройиндустрия, 2011. – 412 с
46. СНиП 2.04.01-85 (2000) - Внутренний водопровод и канализация зданий. , М.: Стройиндустрия, 2011. – 412 с
47. СНиП 3.05.06-85 - Электротехнические устройства., М.: Стройиндустрия, 2011. – 412 с
48. СНиП 3.05.03-85 (2000) - Тепловые сети. , М.: Стройиндустрия, 2011. – 412 с